

## ŘADA B PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS  
PRO RADIOTECHNIKU  
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ  
ROČNÍK XXVII/1977 ČÍSLO 1

### V TOMTO SEŠITĚ

#### HŘIŠTĚ NA TELEVIZNÍ OBRAZOVCE

Elektronika a hry	2
Tah koněm	2
Šachová bitva	3
Elektronické hry na televizní obrazovce	
Základní vlastnosti televizního obrazového signálu	6
Způsob modulace obrazového signálu	7
Blukové zapojení televizního přijímače	8
Popis a funkce jednotlivých obvodů a součástek televizních her	9
Zdroje pro napájení obvodů s IO	15

#### TV tenis

Všeobecný popis	15
Popis funkce	16
Popis zapojení	18
Stavba přístroje	21
Varianty základního zapojení	26

#### TV hra s tranzistory

Obrazové generátory, generátory synchronizačních impulsů	31
Další potřebné obvody	32
Současný stav v oblasti televizních her	33
Dodatek: přípravek a sonda pro zkoušení IO	34

Vývoj a perspektivy elektroniky – mikroprocesory	36
--	----

#### AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství Magnet, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 57-1. Šéfredaktor ing. F. Smolík, zástupce Luboš Kalousek, Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, K. Donát, A. Glanc, I. Harminec, L. Hlinský, P. Horák, Z. Hradský, ing. J. T. Hyán, ing. J. Jaroš, doc. ing. dr. M. Joachim, ing. F. Králík, prom. fyz. L. Kryška, ing. I. Lubomírský, K. Novák, ing. O. Petráček, L. Tichý, ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG, ing. J. Zima, J. Ženíšek, laureát st. ceny KG. Redakce Jungmannova 24, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7. Šéfred. linka 354, redaktor. I. 352. Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, celoroční předplatné 30 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotlivých ozbrojených sil vydavatelství Magnet, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Dohlédací pošta Praha 07. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne Naše vojsko, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710. Inzerce přijímá vydavatelství Magnet, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7, linka 294. Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy pouze po 14. hodině. Číslo indexu 46044.

Toto číslo vyšlo 14. ledna 1977.  
© Vydavatelství MAGNET, Praha

setkáváme se v letošním roce poprvé nad Amatérským rádiem řady B, pro konstruktéry. Těto příležitosti bychom chtěli využít k drobné rekapitulaci loňských událostí a k tomu, abychom vás seznámili s programem AR řady B na letošní rok.

V úvodních v jednotlivých číslech loňského ročníku jsme vás postupně seznamovali se základními politickými a společenskými událostmi roku, s novými trendy vědeckotechnické revoluce a jejími vlivy na vývoj společnosti a techniky. Rok byl bohatý na události – nejvýznamnější událostí byl bezesporu sjezd KSSS a sjezd KSČ. Oba tyto sjezdy ve svých materiálech zdůraznily kromě jiného i význam techniky a elektrotechniky i elektrotechniky pro další rozvoj naší společnosti a našeho hospodářství – stejnou tematikou se zabývalo i sympozium našeho časopisu u příležitosti 25. výročí založení AR. Závěrem roku slavila „kulaté“ výročí, 25 let, i naše branná organizace, Svaz pro spolupráci s armádou; oslavy tohoto výročí probíhaly v těsné souvislosti s volbami, jimiž dal celý národ najevo, jaká je jeho vůle a jak si váží moudrého vedení státu a společnosti vedoucí silou společnosti, dělnickou třídou a jejím předvojem, komunistickou stranou.

Závěry sjezdu a směrnicemi pro další rok pětiletky, do něhož nastupujeme, jsme se snažili řídit i my ve své práci. Posláním našeho časopisu je vychovávat nové pracovníky pro náš průmysl, dávat základní informace mladým zájemcům o elektroniku, aby z nich byli noví výzkumní, vývojoví a popř. i řadoví pracovníci v elektronice, v oboru, který jsme si všichni oblíbili a který je jedním z nejperspektivnějších oborů techniky vůbec. Kromě toho jsme se snažili i vyplnit volný čas studentů, žáků i pracujících tím, že jsme jim poskytovali vhodné náměty jak pro práci, tak pro promýšlení nebo i pro zábavu. Probírali jsme-li si čísla minulého ročníku (1 – Různé aplikované elektronika, 2 – Jednoduché přijímače VKV, 3 – Kvalitativní měřicí přístroje, 4 – Aplikovaná elektronika v domácnosti), zjistíme, že výběr témat je tak pestrý, že si lze vybrat podle zájmu a podle zaměření. Pro letošní rok jsou připraveny následující náměty: po č. 1, které se zabývá konstrukcí „hřiště na obrazovce“ (což je jeden z největších komerčních úspěchů aplikované elektroniky, srovnatelný téměř s úspěchem kapesních kalkulátorů) budou v č. 2 zajímavá a praktická zapojení (již po desáté), v č. 3 povídání o konstrukci elektronických hudebních nástrojů, v č. 4 výběr ověřených i neověřených konstrukcí ze všech oborů elektroniky, v č. 5 se autoři pokusí o souhrn toho, co se požaduje od Hi-Fi zařízení (s příslušnými konstrukcemi) a konečně v č. 6 budou probrány operační zesilovače a číslicové IO včetně konstrukcí několika zařízení s těmito, dosud u nás poněkud opomíjenými stavebními prvky (poraď si může měnit).

Při přípravě obsahu nového ročníku AR (stejně jako při rozhodování o tom, co vůbec tisknout) máme v současné době velké potíže – jde o rozpor mezi požadavkem výhodných nároků vědeckotechnické revoluce, tj. otiskovat především zapojení co nejmodernější, s moderními stavebními prvky, a mezi cenami těchto prvků, pokud jsou vůbec na trhu. Jsou-li stále ještě ceny diskretních prvků (elektronek a tranzistorů) podstatně výhodnější než ceny integrovaných obvodů, pak je tento rozpor skutečně určujícím problémem při tvorbě programu časopisu. Zatím jsme celou tuto věc řešili tím, že občas otiskujeme

i náročná zařízení (jejichž pořizovací cena je značně vysoká) jako stavební návod, a občas pouze jako technickou informaci. K ilustraci toho, co bylo řečeno, stačí vzít si jako příklad např. elektronické hodiny. Cena těchto hodin (např. těch, které jsme tiskli v Příloze 1975) je asi mezi 6 až 7 tisíci Kčs, a to pouze jejich základní verze. Doplníme-li si základní hodiny časovým spínačem nebo jiným doplňkovým zařízením, jejich cena se úměrně zvětší (zde by bylo na místě napsat spíše že se zvětší neúměrně). Složitost a náročnost běžných konstrukcí, nepoužijí-li se moderní stavební prvky – integrované obvody, je tak značná, že odradí každého běžného zájemce.

O několik odstavců dříve jsem se zmínil o operačních zesilovačích. To je též jeden z moderních stavebních prvků, jejichž širšímu využití brání především jejich neúměrně vysoká cena. Přitom právě operační zesilovače jsou součástkami, které značně zjednodušují a zkvalitňují obvody a přístroje a jejichž použití je velmi univerzální a perspektivní.

Před časem jsme se v jednom z našich interview v „červeném“ AR zmínil o snižování cen integrovaných obvodů i polovodičových diskretních prvků; tajně jsme přitom doufali, že toto snížení cen umožní nákup těchto prvků i těm dříve narozeným a těm, kteří mají „hlouběji do kapsy“. Snížení se však bohužel týká pouze velkoobchodních cen, v maloobchodních cenách se zatím neprojeví. Je to velká škoda, neboť málo co by mohlo pomoci rozvoji radiotechniky a elektroniky vůbec, jako právě snížení maloobchodních cen součástek.

Nezbývá tedy nic jiného, než se prozatím držet starého schématu – tisknout jednoduché konstrukce s diskretními prvky a složitější konstrukce jednak jako stavební návody (občas) a jednak jako technické informace bez bližších konstrukčních údajů. Tyto konstrukce pak doplňovat informacemi (obvykle ze zahraničních pramenů), jak to „dělají jinde“.

I když to snad bude vypadat, jako že se stále vracím k jednomu a témuž problému – znovu je třeba zdůraznit, že vzhledem k potřebám národního hospodářství a vědeckotechnické revoluce vůbec by bylo na místě; kdyby se v oblasti cen především polovodičových součástek podobily revizi hladiny cen, jejichž snížení by vedlo k pronikavějšímu využití nových, moderních prvků, jejichž používání není v žádném případě luxusem, ale nezbytností, která se navíc projevuje i v jiné oblasti – v úsporách materiálu, energie, ruční práce atd. – a o to by nám mělo jít především.

Snad by bylo vhodné upozornit ještě na jeden závažný problém – a tím je snižování cen nemoderních prvků a dílů, které se vyrábějí dlouhou dobu beze změny. Je, myslím, nedostatkem, že od doby zavedení výroby až do doby ukončení výroby (a tato doba je v těch případech, které máme na mysli, velmi dlouhá) té či oné součástky nebo dílu, popř. i výrobku, je jeho cena stále stejná. Výrobce pak nemá důvod, proč inovovat výrobu, nemá důvod zavádět do výroby nové prvky, naopak – výroba nových výrobků přináší vždy určitá rizika; tím, že se vyrábí stále stejný sortiment, je těchto rizik ušetřen. Avšak tato přetřesá politika je v přímém

rozporu s nároky vědeckotechnické revoluce a s požadavky, které jsou na moderní průmysl moderního socialistického státu kladeny. Kdyby se např. u výrobku, který je na trhu déle než tři roky, samočinně snížila cena např. o třetinu, znamenalo by to pro výrobní

podnik takovou ztrátu, že by byl nucen vyrábět jiný výrobek, modernější, nebo starý alespoň inovovat. To by sice vyžadovalo větší nároky na výzkum, vývoj a nakonec i na výrobu, ale takováto praxe by našla jisté podporu u všech spotřebitelů a odběratelů

a kromě toho by se lépe využívalo iniciativy a pracovního nadšení pracujících pro další rozvoj životní úrovně všeho lidu a zabezpečování materiálních a nakonec i duchovních potřeb nás všech – obyvatelů státu s vyspělým socialistickým zřízením.

# HŘIŠTĚ na televizní obrazovce

L. Kryška, prom. fyz. a J. Zuska

## Elektronika a hry

Stejně tak jako i do jiných oborů lidské činnosti začíná elektronika pronikat výrazně i do oblasti zábavných her. Na stránkách AR bylo již publikováno také mnoho návodů na tzv. elektronické kostky – elektronika v těchto a podobných přístrojích plní pouze pasivní funkci. To znamená, že nemá podstatný vliv na průběh samotné hry. Poměrně složité elektronické obvody pak pouze nahrazují obyčejnou hrací kostku.

Dalším krokem v uplatňování elektroniky v oblasti her jsou konstrukce různých hracích automatů. Tyto stroje jsou schopny hrát jednoduché hry a představují tak vlastně automatického protivníka. U těchto her má již elektronika vlastní aktivní funkci.

Nejvhodnějším typem her, kterých je možno využít pro hrací automaty, jsou tzv. kombinační hry. Hry tohoto typu dávají v zásadě možnost každému z hráčů proanalýzovat všechny možné varianty a po jejich zhodnocení vybrat tu, která vede k nejlepšímu výsledku. V některých případech to ovšem není možné, neboť počet kombinací je příliš velký. Příkladem takové hry mohou být šachy. Kdybychom chtěli prostudovat všechny možné varianty této hry, nestačil by nám na to celý život. Pomocí teorie her se dá však dokázat, že v kombinačních hrách existuje vždy pro jednoho z hráčů taková herní varianta, která vede vždy k vítězství, bez ohledu na způsob hry druhého hráče; to znamená, že hra nemůže skončit nerozhodným výsledkem. Při určitých počátečních podmínkách a za předpokladu, že hráči dělají pouze optimální tahy, je výsledek pro jednoho z hráčů dán tím, má-li první tah on nebo jeho soupeř.

Pro ilustraci uvedme jednu variantu velmi známé hry Nim. Tuto hru hrají dva hráči. Na stůl se položí hromádka s libovolným počtem mincí (nebo zápalek). Oba hráči střídavě táhnou, tah záleží v tom, že hráč vezme z hromádky jednu až tři mince. Vítězí ten hráč, který bere poslední minci. Vítězná strategie této hry je velmi jednoduchá a můžeme ji stručně shrnout do následujících tří bodů:

1. Postoupit právo prvního tahu soupeři, pokud počet předmětů je dělitelný čtyřmi.
2. Zahajovat hru prvním tahem, pokud počet předmětů není dělitelný čtyřmi.
3. Z hromádky vždy brát tolik mincí, aby zbývajících počet na hromádce byl dělitelný čtyřmi, případně nulový.

Sestavit stroj k vedení takové hry není příliš obtížné. Přesto však budí takový stroj v hráči, který při hraní příliš nemyslí, značný respekt, když ho partii za partii poráží.

Podobný stroj, postavený ve Výzkumném ústavu matematických strojů v Praze, byl předváděn návštěvníkům brněnského veletrhu v roce 1960. Jiný podobný stroj, byl popsán v AR.

V další části této publikace jsou uvedeny příklady, které reprezentují vždy určitý typ elektronických her. Jako první je uveden příklad realizace hracího automatu pro jednoduchou kombinační hru, zvanou tah koněm [1].

Další z uvedených příkladů elektronických her je hra zvaná šachová bitva. V tomto případě se jedná v podstatě o kombinační hru – šachy, která je rozšířena pomocí elektronických obvodů o prvky, připomínající svou povahou skutečnou bitvu (taktika, morálka atd.) [2], [3].

Všem je dobře známo, jaké oblíbené se těší sportovní hry. Tato skutečnost byla také podnětem ke konstrukci různých her, které do jisté míry mohou simulovat průběh skutečného sportovního boje. Vznikla tak řada známých mechanických stolních her, jako např. stolní kopaná, hokej, košíková atd. Své slovo zde promluví i elektronika. Elektronické obvody např. umožnily již částečně simulovat pohyb míče rozsvícením žárovek na hrací desce [4].

Zatím nejdokonalějšího napodobení skutečného průběhu sportovní hry se dosáhlo v tzv. televizních hrách. V tomto případě je průběh hry zobrazen na televizní obrazovce. Pohyb míče je již plynulý, míč se může odrážet od krajů obrazovky (podobně jako kotouč například v hokeji od mantinelů). Stejně tak se mohou plynule pohybovat makety hráčů po „televizním hřišti“. V televizní hře na rozdíl od hry mechanické lze velmi snadno simulovat různé herní situace. Tato skutečnost také vedla ke značnému rozšíření tohoto typu her.

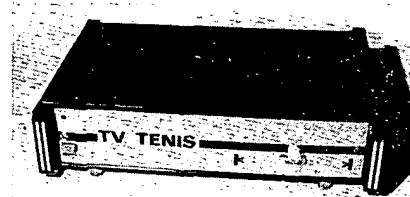
Tematické televizních her, která dosud nebyla na stránkách naší odborné literatury komplexně probírána, je pak věnována převážná část tohoto čísla AR-B.

Nejprve si však popíšeme několik jiných „elektronických“ her.

## Tah koněm

Dva hráči postupně hrají na šachovnici koněm. Touto figurou je možno táhnout dvě pole dolů a potom jedno pole vlevo nebo vpravo, nebo dvě pole vlevo a potom jedno pole nahoru nebo dolů (obr. 1). Vyhrává ten hráč, který zaujme na šachovnici takové postavení, při kterém jeho protivník nemá již kam táhnout; jinými slovy vyhrává ten hráč, který umístí koně na jedno z polí a1, a2, b1, b2.

Výchozí postavení, při němž hráč, který zahajuje hru, má zajištěno vítězství, označíme + a postavení, při němž začínající hráč prohraje, označíme -. Na obr. 2 pole a1, a2,

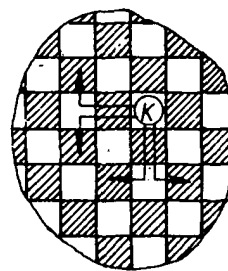


b1, b2 znamenají prohru (jsou také označena -). Všechna ostatní pole, ze kterých je možno podle pravidel hry dosáhnout polí a1, a2, b1, b2, zajišťují vítězství (+). Uvedeným způsobem můžeme označit všechna pole na šachovnici.

Vítěznou strategii pro tuto hru můžeme jednoduše formulovat následujícím způsobem: je-li kůň umístěn na začátku hry na poli označeném -, potom si zajistíme vítězství tím, že přenecháme právo prvního tahu svému soupeři a svým následujícím tahem vždy umístíme koně na pole označené -. Stojí-li kůň na začátku hry na poli označeném +, je nutné, abychom sami učinili první tah a to vždy na pole označené -. Podobně při každém následujícím tahu musíme v tomto případě táhnout pole označené -.

Vítězná strategie pro automat (v případě, že výchozí postavení koně je na poli h8) je znázorněna na obr. 3. V této variantě hry začíná hru prvním tahem vždy člověk (pole h8 znamená vždy prohru pro hráče, který zahajuje hru).

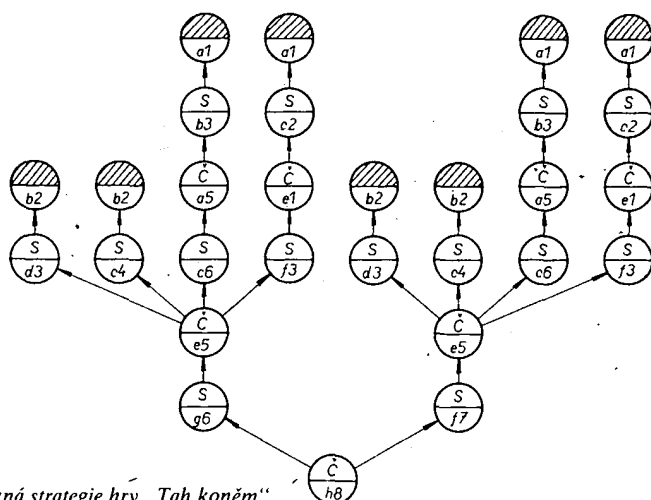
Kroužky na tomto schématu hry znamenají všechny možné pozice, do nichž se mohou hráči při hře dostat. V každém kroužku je pod čarou vyznačeno označení pole a nad čarou je písmeno S a Č (stroj, člověk) označeno, který ze soupeřů je na tahu z této pozice. Zhora začerněné kroužky a1, b2 odpovídají konečné pozici „koně“ při výhře stroje.



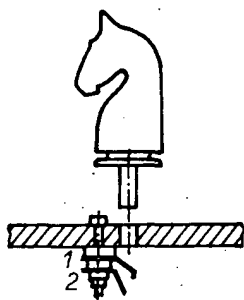
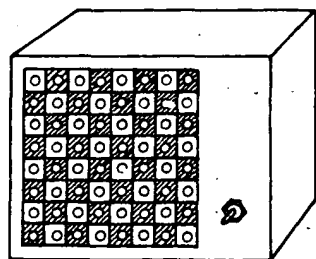
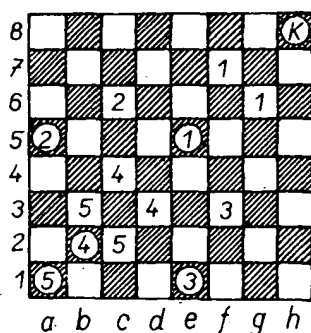
Obr. 1. Pravidla hry „Tah koněm“

8	+	+	+	+	+	+	+	-
7	+	+	+	+	+	+	+	+
6	-	+	+	-	-	+	+	+
5	-	-	+	-	-	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+
2	-	-	+	+	-	-	+	+
1	-	-	+	+	-	-	+	+
	a	b	c	d	e	f	g	h

Obr. 2. Vítězná pole ve hře „Tah koněm“



Na obr. 4 je výchozí postavení koně na poli h8 označeno písmenem K. Pole, na které stroj následujícími tahy umísťuje koně, jsou na obr. 4 označena číselným kroužkem. Stejnými čísly jsou označena ta pole, z nichž stroj vykonává svůj tah po tahu člověka. Stroj tedy vždy svým následujícím tahem umísťuje koně na ta pole, která mu zajišťují výhru. Jak je vidět z obr. 4, pouze některá z polí šachovnice stroj využita ke hře. Jsou to a1, a5, b2, b3, c2, c4, c6, d3, e1, e5, f3, f7, g6,



misfuje“ koně na pole a5. Současně se zavře tranzistor  $T_4$  a proto se přes diodu  $D_1$  přivádí napětí na bázi tranzistoru  $T_2$ , který se otevře. První klopný obvod (tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ ) se tedy překlopí do původního stavu a žárovka  $Z_1$  zhasne. Umístí-li následujícím tahem člověk koně na pole b3, sepnou se kontakty spínače  $S_5$ , rozsvítí se žárovka  $Z_5$ , která rozsvěcuje pole a1. Rozsvícení žárovky  $Z_3$  znamená, že stroj vyhrál.

Abychom obnovili původní stav stroje, je nutné vypnout napájení, umístit koně na pole h8 a znovu zapnout napájení.

Pochopitelně v ostatních variantách uvedené hry může stroj při hře rozsvěcet v souhlasu s vítěznou strategií i ostatní žárovky.

Tranzistory  $T_1$  až  $T_{10}$  mohou být libovolné germaniové tranzistory p-n-p, s výkonovou ztrátou, odpovídající použitým žárovkám. Diody vyhoví jakéhokoli typu.

## Šachová bitva

Tato hra, která se hraje na šachovnici s běžnými šachovými figurami, simuluje skutečný boj. Pravidla hry jsou téměř stejná jako při skutečné šachové hře. Rozdíl je v tom, že se využívá navíc elektronického obvodu, který rozhoduje o tom, zda tu či onu figuru můžeme vzít či nikoli. Pokud se tedy dostaneme do situace, při níž bychom následujícím tahem soupeři mohli vzít nějakou figuru, elektronický obvod „rozhodne“ o tom, zda tuto figuru skutečně vezmeme či ne. Šachová hra v tomto pojetí představuje boj dvou stran a elektronický obvod určuje vítěze jednotlivých soubojů.

Na funkci elektronického obvodu má vliv několik činitelů, které se vyskytují při skutečném boji. Jsou to:

1. síla jednotlivých figur,
2. závislost bojové síly jednotlivých figur na kvalitě výzbroje,
3. závislost bojové síly bojujících figur na vzdálenosti od velitele (krále),
4. poloha jednotlivých figur (pro hru je tím výhodnější, čím je figur více a čím jsou blíže k sobě),
5. morálka armády.

Činitelé 1 až 4 jsou určeny výsledným odporem kombinace odporů podle toho, jak jsou jednotlivé figury rozestaveny na šachovnici. Na každém poli šachovnice je totiž umístěna konektorová zásvuka a v každé figurě je umístěna konektorová zástrčka. Z těchto konektorů jsou potom sbírány informace (o postavení jednotlivých figur) pro elektronický obvod.

Morálka armády bude vždy nejvyšší po nějakém dílím vítězství a v průběhu času se bude zmenšovat. Tento fakt je v této hře simulován nábojem na kondenzátoru, který

se v průběhu času zmenšuje až k nule. To znamená, že stejně jak se zmenšuje náboj kondenzátoru, klesá i pravděpodobnost vítězství. Přibližně po 10 minutách po „vítězství“ nemá již morálka armády na hru žádný vliv.

Vzhledem k výše jmenovaným činitelům nelze předvídat výsledek boje. Je ovšem možné zvětšit naději na vítězství díky dobře zvolené taktice.

### Funkční popis elektronického obvodu

Na obr. 8 je skutečné zapojení použitého elektronického obvodu. Kmitočet dvou astabilních multivibrátorů A a B (pro každého hrajícího hráče jeden) je určen volbou vnějších odporů, které jsou připojeny mezi body 1, popř. 2 a záporný pól napájecího napětí. Impulzy z každého multivibrátoru simulují jednotlivé útoky a jejich odrazení v dílčích soubojích. Kmitočet multivibrátorů, který je ovládán kombinací vnějších odporů, simuluje, jak již bylo řečeno, činitele 1 až 4. Impulzy z multivibrátorů překlápějí střídavě bistabilní klopný obvod s tranzistory  $T_5$  a  $T_6$ . V důsledku toho se budou střídavě rozsvěcovat žárovky  $Z_1$  a  $Z_2$ . Tímto způsobem je možno sledovat průběhy dílčích soubojů, případně je tak indikováno, která strana zvítězila.

v čase kratším než asi 10 minut (čas potřebný k úplnému vybití kondenzátoru  $C_3$ ), je třeba k tomu, aby se napětí na tomto kondenzátoru zvětšilo na 0,7 V (po opětovném zapnutí přístroje), mnohem kratší doba.

Jak je zřejmé z uvedeného výkladu, k tomu, abychom dosáhli vítězství, je nutné dosáhnout co nejdříve nabití kondenzátoru  $C_4$  nebo  $C_5$  na napětí 0,7 V.

### Konstrukce

Konstrukce elektronického obvodu není kritická a proto můžeme ke stavbě použít desku s univerzálními plošnými spoji (čtverečky). Nejprve je vhodné zapojit oba multivibrátory A a B. Můžeme pak ihned ověřit jejich činnost. Mezi body 1, 2 a záporný pól napájecího napětí připojíme prozatímne odpory 3,3 k $\Omega$ . Připojíme napájecí zdroj 9 V (dvě ploché baterie) a voltmetrem, který připojíme k odporům  $R_3$  a  $R_{14}$ , zkontrolujeme, zda pracují multivibrátory. Dále zapojíme klopný obvod i s kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$ . Po připojení napájecího zdroje se musí žárovky  $Z_1$  a  $Z_2$  střídavě rozsvěcovat s různou dobou svitu.

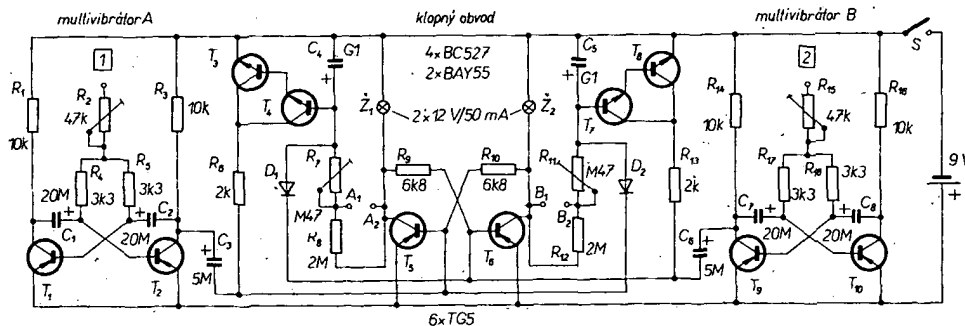
Při zapojování obvodů s tranzistory  $T_3$ ,  $T_4$ , popř.  $T_7$ ,  $T_8$  je nutno mít na paměti, že diody  $D_1$  a  $D_2$  musí mít co nejmenší závěrný proud. Podobně kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$  musí mít co nejmenší svodový proud.

Dalším krokem je overení činnosti obvodu s tranzistory  $T_3$ ,  $T_4$ , popř.  $T_7$ ,  $T_8$ . Ke kladnému pólu kondenzátoru  $C_3$  připojíme přes odpor 10 k $\Omega$  kladné napětí z napájecího zdroje. Od tohoto okamžiku musí žárovka  $Z_1$  stále svítit a  $Z_2$  bude zhasnuta. Tento stav musí být stabilní. Začnou-li žárovky po nějaké době znovu blikat, je to způsobeno velkým závěrným proudem diod  $D_1$ ,  $D_2$  nebo velkým svodovým proudem kondenzátorů  $C_4$  a  $C_5$ . Analogicky prověříme zbytek zapojení přepojením pomocného odporu 10 k $\Omega$  na kondenzátor  $C_5$ .

Na konec je nutné přesvědčit se, nabíjí-li klopný obvod správně kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$ . Proto připojíme pomocný odpor 1 M $\Omega$  mezi body  $A_1$  a  $A_2$  a vybijeme kondenzátory  $C_3$  a  $C_5$  zkratováním jejich vývodů. Po zapojení napájecího zdroje musí obě žárovky blikat. Asi po 10 až 15 vteřinách blikání přestane a žárovka  $Z_1$  zůstane stále rozsvícena, zatímco žárovka  $Z_2$  bude zhasnuta. Analogicky zkusíme druhou část obvodu zapojením odporu 1 M $\Omega$  mezi body  $B_1$  a  $B_2$ .

### Hrací pole

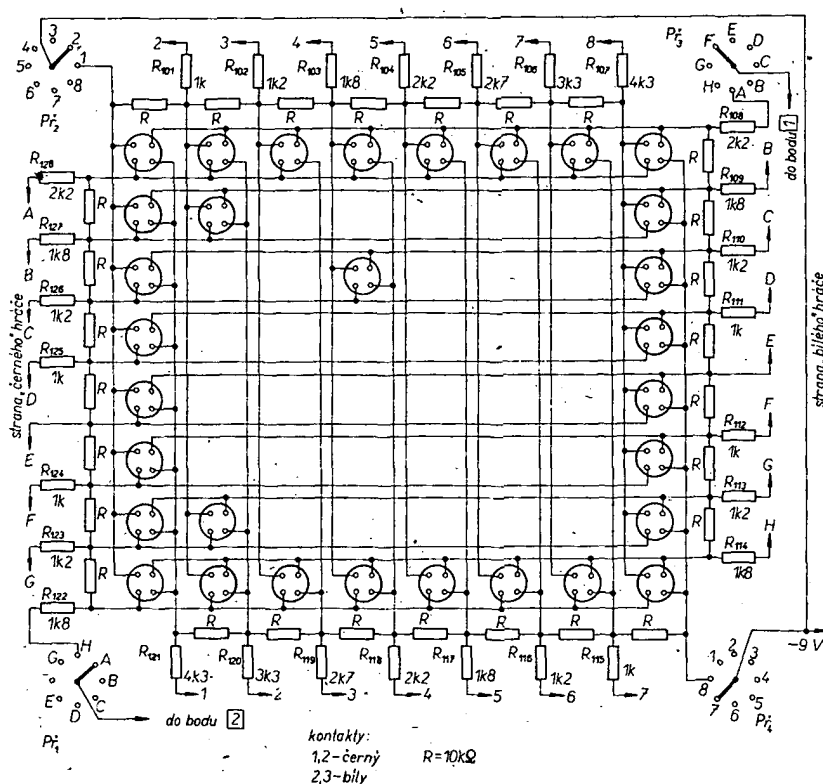
Hrací pole pro tuto hru může být zhotoveno z obvyklé šachovnice. V každém čtverečku je umístěn čtyřpólový konektor. Každá z bojujících stran pak využívá dva ze čtyř kontaktů konektorů. Zapojení je pro každou stranu stejné.



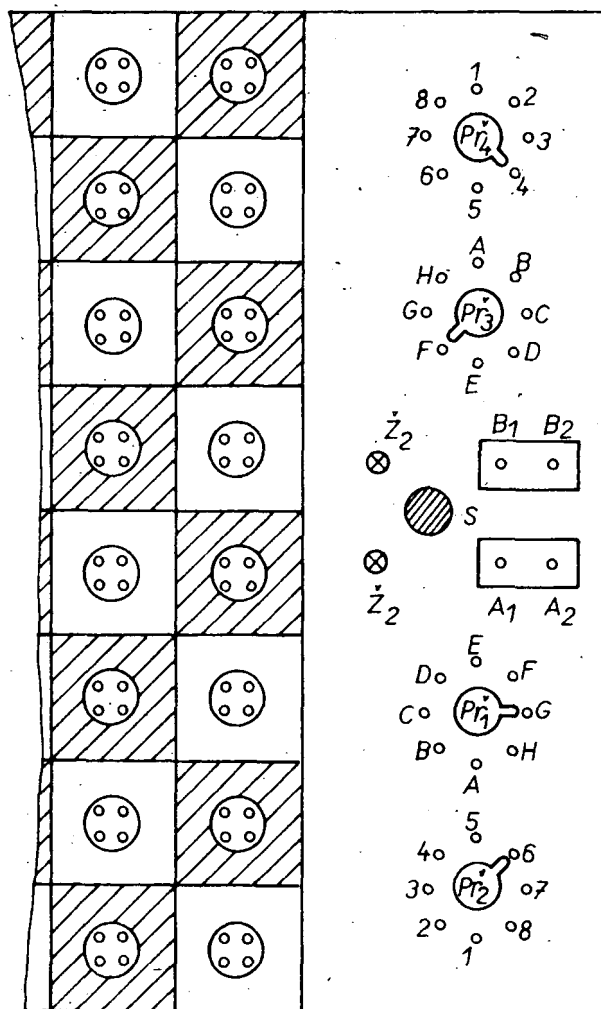
Obr. 8. Zapojení elektronické části hry „Šachová bitva“

V závislosti na stavu klopného obvodu se budou střídavě nabíjet a vybíjet přes odpory  $R_8$  a  $R_{12}$  kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$ . Vzhledem k tomu, že kmitočet multivibrátorů A a B nebude stejný, bude vždy jeden z tranzistorů  $T_5$ ,  $T_6$  ve vodivém stavu delší dobu. V důsledku toho se bude jeden z kondenzátorů  $C_4$ ,  $C_5$  nabíjet pomaleji. Nabíjení kondenzátorů  $C_4$ ,  $C_5$  je možno urychlit připojením vnějšího odporu mezi body  $A_1$ ,  $A_2$ , popř. mezi body  $B_1$ ,  $B_2$ . Tyto vnější odpory simulují kvalitu použité výzbroje u bojující figury. Čím menší je vnější odpor, tím kvalitnější bude použita výzbroj.

V okamžiku, kdy na kondenzátoru  $C_4$  nebo  $C_5$  dosáhne napětí přibližně 0,7 V, začínají se otevírat tranzistory  $T_3$ ,  $T_4$  nebo  $T_7$ ,  $T_8$ . Výstupní signál z kolektorů tranzistorů  $T_3$  nebo  $T_8$  ovládá dále vstup klopného obvodu. To znamená, že nabíje-li se např. kondenzátor  $C_5$  na 0,7 V, bude tranzistor  $T_6$  nadále pouze ve vodivém stavu a žárovka  $Z_2$  bude svítit stále. Tento stav pak signalizuje vítězství figury ze strany B v dílčím souboji. Kromě toho bude přes diodu  $D_1$  neutralizován náboj na kondenzátoru  $C_4$ , zatímco náboj na kondenzátoru  $C_5$  u vítězné strany zůstane nezměněn. Po vypnutí napájecího zdroje se bude tento náboj pomalu zmenšovat. Zmenšující se velikost náboje na kondenzátoru  $C_5$  zde simuluje klesající morálku armády. Pokud dojde k dalšímu souboji



Obr. 9. Zapojení konektorů na šachovnici



Obr. 10. Umístění ovládacích prvků

Na jeden z kontaktů je připojeno napájecí napětí (je připojen přes odpor a přepínač k zápornému pólu napájecího zdroje tak, jak je to znázorněno na obr. 9). Záporný pól napětí je přiveden přes odpor uvnitř figury (obr. 11) na druhý kontakt a přes další odpor a přepínač do multivibrátoru. Vhodným nastavením obou přepínačů je určena poloha figury, která se právě zúčastňuje souboje. Výsledný odpor dvou do série zapojených odporů redukuje potom velikost proudu báze tranzistoru  $T_1$ ,  $T_2$ , popř.  $T_9$ ,  $T_{10}$  jednak v závislosti na poloze figury, jednak v závislosti na druhu figury. Se změnou proudu báze uvedených tranzistorů se pochopitelně bude měnit i kmitočet multivibrátoru.

Vzhledem k tomu, že každý čtvereček šachovnice je spojen se každým přes odpor 10 k $\Omega$ , bude existovat paralelní dráha mezi jednotlivými figurami. Takto jsou vlastně propojeny všechny figury. Čím je jich více a čím blíže budou k figurě, která je právě v souboji, tím větší bude jejich vliv na výsledný odpor a tím také i na kmitočet multivibrátoru.

Na obr. 9 jsou pro zjednodušení nakresleny pouze některé z konektorů. Ve skutečnosti jsou konektory umístěny na každém hracím poli.

#### Nastavení

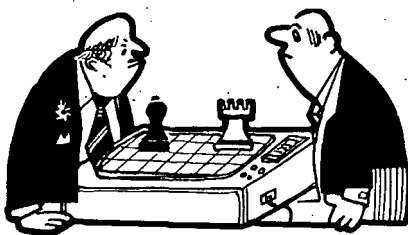
Bojují-li na obou stranách stejné figury a jsou-li ve stejné situaci (kvalita výzbroje, vzdálenost od velitele atd.), musí být šance na vítězství stejné. V tomto smyslu je také nutno nastavit obvody.

Ke správnému nastavení slouží odporové trimry  $R_2$ ,  $R_7$ ,  $R_{11}$  a  $R_{15}$ . Mezi body 1 (popř.

2) a záporný pól napájecího napětí připojíme provizorně odpory 4,7 k $\Omega$ , 1 %. Po zapnutí napájení budeme na voltmetru, připojovaném střídavě na odpory  $R_3$  a  $R_{14}$ , počítat kmitu během asi deseti sekund. Otáčením trimrů  $R_2$  a  $R_{15}$  nastavíme v obou případech stejný počet kmitů.

V dalším kroku připojíme provizorně odpory 2 M $\Omega$ , 1 % mezi body  $A_1$ ,  $A_2$  (popř. mezi body  $B_1$ ,  $B_2$ ). Po zapnutí napájení budeme pozorovat, která ze žárovek zhasíná dříve. Tuto zkoušku musíme několikrát opakovat. Nastavením  $R_7$  a  $R_{11}$  se budeme snažit dosáhnout takového stavu, kdy jen nepatrná změna v nastavení uvedených trimrů postačí ke změně pořadí, v němž žárovky zhasínají. Mezi každou změnou nastavení příslušných trimrů je nutno přístroj vypnout a vybit kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$ .

Po konečné montáži a nastavení je vhodné následujícím způsobem ověřit funkci celého přístroje. Přepínače  $P_1$  a  $P_2$  černých figur nastavíme na čtverec A1 a přepínače  $P_3$  a  $P_4$  bílých figur na H8. Na uvedená místa postavíme pěšce a budeme pozorovat rychlost blikání žárovek. Potom vyměníme pěšce za krále (velitele). Rychlost blikání se musí nyní zvětšit.



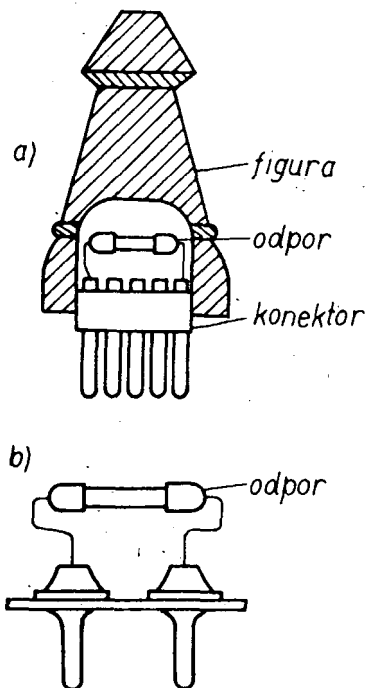
#### Pravidla hry

Figury se pohybují podle stejných zásad jako v obvyklé šachové hře. Bude-li chtít jeden z hráčů zaujmout místo, které je obsazeno soupeřem (a na které by mohl podle šachových pravidel táhnout a soupeři vzít figuru), vyzve soupeře na souboj. V této hře platí zásada, že výzvu k souboji nelze odmítnout. Po výzvě k souboji se přepínače souřadnic nastaví podle polohy figur, které budou svádět souboj a zapne se napájení elektronické části hry. Výzbroj je možno vybrat pro bojující figury v kterémkoli okamžiku zasunutím patice s vybraným odporem do příslušné objímky (tj. mezi body  $A_1$ ,  $A_2$ , popř. mezi body  $B_1$ ,  $B_2$ ). Podle blikání žárovek  $Z_1$  a  $Z_2$  můžeme sledovat průběh boje. Boj končí ve chvíli, kdy jedna ze žárovek svítí trvale a je tak indikována vítězná strana. Po ukončení dílčího souboje přístroj ihned vypneme a zapneme jej opět až těsně před následujícím soubojem. Figura poražené strany vypadá ze hry a vítěz získává její výzbroj a může ji použít v dalších bojích. Hra končí ve chvíli, kdy jedna ze stran ztratila všechny figury, též však při ztrátě krále (velitele) nebo královny. Je nutno připomenout, že ztráta veškeré výzbroje nemusí být důvodem k porážce. Dobře volenou taktikou je možno vyhrát i bez jakékoli výzbroje.

#### Taktika

V této hře nelze předem se stoprocentní jistotou určit vítěze. Je však možné zvětšit naději na vítězství volbou vhodné taktiky. Je proto vhodné dodržet některá základní taktická pravidla.

Prohrajete-li v jednom souboji, snažte se co nejvíce oddálit následující souboj, aby se protivníkův kondenzátor co nejvíce vybil. A naopak, vyhrajete-li v jednom souboji, snažte se co nejdříve o další souboj, abyste mohli co nejvíce využít zbytku náboje ve svém kondenzátoru.



Obr. 11. Konstrukce figury (a) a maketky výzbroje (b)

Snažte se, aby vaše bojující figura byla v blízkosti vašeho krále a měla kolem sebe co nejvíce vlastních figur.

Jestliže jste vyhráli minulý souboj a v následujícím bojuje váš král s pěšcem protivníka, nemusíte králi dávat vždy tu nejvyšší výzbroj.

#### Odpor pro jednotlivé figury a výzbroj

Král	0 $\Omega$
Královna	330 $\Omega$
Kůň	1,2 k $\Omega$
Štíelec	2,7 k $\Omega$
Věž	5,6 k $\Omega$
Pěšec	8,2 k $\Omega$
Meč	2,2 M $\Omega$
Dýka	4,7 M $\Omega$
Palcát	22 M $\Omega$

#### Elektronické hry na televizní obrazovce

Neobyčejné rozšíření televizního vysílání v posledních desetiletích a definitivní proniknutí televizorů do téměř každé domácnosti dalo vzniknout myšlence nejen pasivně sledovat program, ale přenášet případně i další informace [9] až [11], nebo použít televizní obrazovku dokonce k aktivní zábavě. V SSSR bylo např. zkonstruováno velmi originální zařízení, které umožňuje pomocí televizoru sledovat přímý průběh šachové hry. Šachovnici nahrazuje obrazovka běžného sériového televizoru, do šachových figurek jsou vestavěny speciální snímače. Přidáním elektronického zařízení se přenáší informace o postavení jednotlivých figur. Na obrazovce televizoru se pak objeví ihned obraz aktuálního stavu hry.

Naproti tomu v USA vznikl doplněk ke každému televiznímu přijímači, který umožňuje hrát na obrazovce jednu, případně i několik her elektronicky. Na trh s tímto přístrojem přišla v roce 1972 americká firma Magnavox Co. pod označením „Odyssey“ [5]. Později vystavovala firma ITT Schaub-Lorenz na mezinárodní radiotechnické výstavě v Berlíně (1973) přístroj jménem „Odyssey“ [6] a [7].

Doplněk se připojuje do anténních zdírek černobílého nebo barevného televizoru a skládá se ze základní části s ovládacími prvky, anténní přepínací skříňky a dvou hracích pultů s tlačítky start a s ovládacími prvky pro vodorovné a svislé vychylování „hráče“ a pro svislý pohyb „miče“.

Základem přístroje jsou generátory, vytvářející na obrazovce televizoru dva světlé čtverečky, představující hráče a jeden menší čtvereček, který představuje míč. Oběma hráči lze pohybovat ve vodorovném i svislém směru ovládacími prvky na hracích pultech (každý účastník hry se svým hráčem).

Při některých televizních hrách se též překrývá obrazovka průsvitnou fólií s natištěným hracím polem.

Jak ukazuje situace na zahraničních trzích, dosahuje popularita televizních her téměř popularity digitálních hodin a kalkulaček. Snahou výrobců je snížit cenu těchto her tak, aby jejich prodej byl ještě atraktivnější. Jednou z možností jak snížit cenu je zvětšit stupeň integrace obvodů. Příkladem může být firma General Instrument, která bude prodávat čip AY-5-8500 za 5 až 6 dolarů. Předpokládá se, že tento čip pomůže snížit cenu kompletního systému elektronické hry z dnešních 65 až 75 dolarů na 25 až 30 dolarů. Na čipu je speciální logický systém, který je

ekvivalentní asi 60 klopným obvodům, více než 520 MOS hradlům NOR a 500bitové paměti ROM. Spotřeba je asi 20 až 30 mA ze zdroje 9 V. Tento čip umožňuje konstruovat adaptor pro šest elektronických her na obrazovce televizoru. Velkou výhodou televizních her osazených čipem AY-5-8500 je možnost číselně zobrazovat stav „televizního utkání“ přímo na obrazovce televizoru [12].

Odhaduje se, že v roce 1980 se bude vyrábět 10 miliónů televizních her ročně (s průměrnou cenou asi 30 dolarů). I když polovodiče použité ve hře představují asi 20 % celkové ceny, bude obrát firem vyrábějící polovodiče pro tyto hry asi 60 miliónů dolarů. Tato perspektiva již dnes žene výrobce televizních her ke zvětšování počtu volitelných variant prodávajících televizních her. Je ovšem nutno zdůraznit, že ve většině případů mají všechny tyto hry společný princip a liší se od sebe navzájem nepříliš podstatnými detaily. Každou novinku si výrobce nechá ovšem velmi dobře zaplatit.

Tyto tzv. televizní hry nemají jen zábavný charakter, ale mají též výchovný význam. Dítě, které dnes drží v ruce knoflík potenciometru, ovládající pohyb „hráče“ nebo „miče“ na obrazovce, bude zanedlouho ve svém budoucím povolání ovládat bez potíží funkci složitějšího elektronicky řízeného stroje.

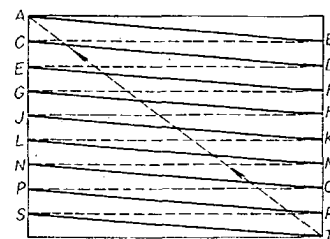
Dále uvedený návod na televizní hru, která simuluje skutečnou sportovní hru – tenis, chce všem zájemcům o toto odvětví moderní elektroniky ukázat cestu „jak na to“. Podrobný výklad funkce jednotlivých obvodů umožní stavbu i těm konstruktérům, kteří zatím neměli možnost blíže se s nimi seznámit.

#### Základní vlastnosti televizního obrazového signálu [13] [14]

I když černobílý obraz postrádá informace o barvě a nedává ani přesnou představu o prostoru, jsou informace v obrazu tak četné, že je nelze přenášet současně. Celou stránku také nemůžeme přečíst najednou, nýbrž čteme postupně, písmenko za písmenkem, řádek za řádkem. Celý obrázek, který se má televizně přenést, se musí rozdělit na prvky a podle určitého plánu pak přenést jeden prvek za druhým. K rozdělení televizního obrazu na jednotlivé prvky dochází ve snímací elektronice. Scéna se promítá objektivem na stínítko snímací elektronky. Proud pohybujícího se elektronového svazku je úměrný jasů jednotlivých bodů obrazu, takže na pracovním odporu snímací elektronky vznikne napětí tepavého průběhu. Na přijímací straně musí potom pohyb elektronového svazku v obrazovce televizoru odpovídat pohybu ve snímací elektronce. Setrvačností oka zůstává krátký světelný vjem na sítnici po celou dobu snímku, a proto se pozorovatelé zdá, že vidí snímek jako celek, najednou. Kdyby však bylo možno stínítko obrazovky fotografovat kamerou, jejíž uzávěrka by měla rychlost shodnou s dobou průletu paprsku přes jeden obrazový prvek, byl by na snímku jen obraz jediného prvku.

Jak již bylo řečeno, rozklad obrazu na prvky vzniká ve snímací elektronce pohybem elektronového paprsku a stejným pohybem paprsku po stínítku televizní obrazovky se obraz opět skládá. Pohyb paprsku se řídí vychylovacími napětími pilovitěho průběhu, tj. běh paprsku vpřed je vždy pomalejší než běh zpět. Velmi často též říkáme, že zpětný běh se děje skokem. Na obr. 12 je znázorněn rozklad obrazu jednoduchými, postupnými řádky. Elektronový paprsek začne svůj běh v bodě A a postupuje po prvním řádku k bodu B; pak se vrátí skokem do bodu C (tento tzv. zpětný běh je kreslen čárkováně) a postupuje po druhém řádku do bodu D. Odtud přejde skokem k bodu E, postupuje po třetím řádku atd. U posledního řádku

v bodě T se paprsek vrátí nazpět do bodu A (také tento zpětný běh je kreslen čárkováně). Při všech zpětných bězích je elektronová tryska televizní obrazovky uzavřena předpětím řídicí elektrody, takže na stínítku žádné elektrony nedopadají. Zpětné běhy jsou tedy na stínítku ve skutečnosti neviditelné a tečkované čáry na obr. 12 jsou kresleny jen pro



Obr. 12. Rozklad obrazu jednoduchými řádky

názornější výklad. Soustavu řádků nazýváme podle názvosloví tiskárské reprodukční techniky též řádkovým rastrem.

Naznačením způsobem je tedy rozložen jeden snímek. Počet takových snímků přenesených za vteřinu je určen dvěma hledisky, a to:

požadavkem plynulosti pohybu a omezením zrakové únavy.

Plynulost pohybu se vyžaduje též u filmu, kde se musí rovněž promítnout alespoň 16 snímků za sekundu, aby všechny pohyby na obraze byly rovnoměrné, bez škubání a přerušování. Kmitočet 16 snímků za sekundu představuje v tomto směru dolní hranici a při velmi rychlých pohybech je zapotřebí kmitočtu vyššího.

Druhou podmínkou, kterou je určen počet snímků, je únava oka. Tato únava závisí zároveň na jasů obrazu. Velmi jasný obraz vyžaduje větší počet změn mezi světlem a stínem, tj. větší počet snímků. Počet 25 snímků za sekundu, který byl zvolen u naší televizní soustavy, vyhovuje dobře prvé podmínce, avšak při delším pozorování jasných obrazů by se přece jen dostavila únava oka. Druhá podmínka by tedy při rozkladu jednoduchými postupnými řádky nebyla splněna.

Obrázek, který přenášíme při naší televizní soustavě, má poměr stran F, tj. poměr šířky k výšce 4:3.

Jestliže předpokládáme, že každý obrazový prvek má stejnou šířku jako výška řádku, bude při 625 řádcích, které jsou zavedeny v naší televizní soustavě, celkový počet prvků

$$F(625)^2 = 520\,833$$

a ten musí být přenesen za 1/25 vteřiny, tj. za dobu trvání jednoho snímku. Nejvyšší přenášený kmitočet se vyskytne tehdy, bude-li snímek složen z černých a bílých plošek velikosti jednoho obrazového prvku, uspořádaných ve tvaru šachovnice. Nejvyšší kmitočet bude pak určen vztahem

$$f = \frac{1}{2} FN^2 \tau^{-1},$$

kde  $f$  je nejvyšší přenášený kmitočet [Hz],

$N$  počet řádků

(u naší televizní soustavy 625),

$F$  poměr stran obrazu (4:3),

$\tau$  doba jednoho snímku (1/25 s).

Dosadíme-li do uvedeného vzorce číselné údaje, obdržíme šířku pásma asi 6,5 MHz.

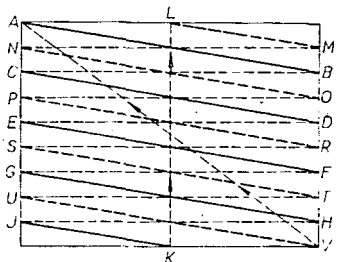
Kdyby se měl zvětšit počet snímků za sekundu na dvojnásobek při stejné jakosti obrazu, tj. při ponechání původního počtu 625 řádků, byla by k přenosu zapotřebí dvojnásobná šířka pásma, tj. asi 13 MHz. Obdobně při zdvojnásobení počtu snímků a ponechání původní šířky pásma by bylo



nutno zmenšit počet řádků na polovinu (na 312), což by ovšem znamenalo podstatné zhoršení jakosti obrazu.

Podle toho by úloha byla neřešitelná a obraz by musel mít takový jas, jaký při 25 snímcích za sekundu ještě oko neuvazuje. A přece je možné najít řešení, které umožní zdvojnásobit počet změn (se zřeteltem k únavě oka), aniž je třeba zvětšovat šířku pásma nebo zhoršovat kvalitu obrazu. Toto řešení bylo nalezeno v prokládaném řádkování.

Při prokládaném řádkování je místo 25 snímků za sekundu obraz rozložen na 50 půlsnímků s polovičním počtem řádků. Půlsnímky jsou složeny střídavě buď jen z lichých nebo jen ze sudých řádků. Způsob rozkladu prokládaným řádkováním je znázorněn na obr. 13. Při tomto způsobu musí



Obr. 13. Rozklad obrazu prokládaným řádkováním

být vychylovací rychlost ve směru vstříeln dvakrát zvětšena a tím se tedy zdvojnásobí vychylovací kmitočet (ve srovnání s kmitočtem při rozkladu jednoduchými postupnými řádky). Řádkový kmitočet zůstává beze změny. Paprsek začne svůj běh v místě A a vytvoří při přechodu do B první řádek, přejde skokem napětí do bodu C, tj. na začátek třetího řádku, podobně postupuje po pátém, sedmém řádku atd., až konečně skončí v polovině posledního lichého řádku a zároveň v polovině šířky snímku v bodě K. Z tohoto bodu přejde skokem do horní části obrazu, do bodu L, který je právě v polovině nultého řádku a při dalším pohybu končí v bodě M. Pak se vrátí skokem do bodu N na počátku druhého řádku a postupuje pak dále po čtvrtém, šestém, osmém řádku; až konečně končí v prvním dolním rohu snímkového pole v bodě V. Z tohoto bodu se vrací šikmo do výchozí polohy v bodě A a celý postup se znovu neustále opakuje: zpětné běhy paprsku se opět na stínítku neprojevují, neboť elektronová tryska je předpětím řídicí elektroniky vždy uzavřena.

Setrvačnost oka je tak velká, že půlsnímky v intervalech  $1/50$  s se zdánlivě doplňují v úplný snímek, jakost obrazu zůstane tedy úplně zachována. Pro únavu oka je však rozhodující počet změn světla a tmy a ten je při použití půlsnímků dvojnásobný. Při použití prokládaného řádkování lze tedy jas snímku podstatně zvětšit.

Popsané prokládané řádkování přináší ovšem též nebezpečí, že se jakost obrazu podstatně zhorší, vyskytne-li se jakákoliv chyba ve zdroji signálu, který řídí časové okamžiky počátků jednotlivých řádků. U prokládaných řádků se může stát, že sudé řádky druhého půlsnímku začnou splývat s lichými řádky prvního půlsnímku a celek pak tvoří dojem obrazu s polovičním počtem řádků. Malá nepřesnost může tak zavinit podstatné zhoršení kvality obrazu. Je proto velmi důležité, aby časovací zdroj byl velmi stálý a zejména, aby byl přesně dodržen vzájemný poměr snímkových a řádkových kmitočtů. Proto se oba kmitočty získávají dělením kmitočtu ze společného zdroje. Počet řádků a s ním i souvisící počet prvků určuje jakost přenášeného obrazu. Čím větší bude počet řádků, tím více podrobností bude přenášený

obraz obsahovat, tím pestřejší a zřetelnější bude jeho kresba. Počet obrazových prvků určuje tak teoretickou rozlišovací schopnost televizního přenosu. Předměty menší než jeden obrazový prvek nemohou již být zřetelně reprodukovány. Skutečná rozlišovací schopnost však nikdy nedosahuje teoretické rozlišovací schopnosti. U soustavy s 625 řádky je skutečný počet přenášených obrazových prvků asi 400 000.

### Způsob modulace obrazového signálu

Rozeznáváme v zásadě dva způsoby modulace a to pozitivní a negativní. Při pozitivní modulaci vzrůstá signál úměrně s osvětlením. Čím světlejší je místo na obraze, tím větší je amplituda signálu. Maximální amplituda odpovídá tedy bílé, minimální černé. U negativní modulace je to naopak, maximální amplituda signálu vyjadřuje barvu černou, kdežto minimální bílou. Pozitivní modulace umožňuje zapojit televizní přijímač poněkud jednodušeji, má však velkou nevýhodu v tom, že veškeré rušivé signály (které mají skoro vždy abnormální amplitudy) se projevují jako jasné bílé, s největším jasnem. Při rušení je oko velmi oslněno a to často i na dobu, která přesahuje jeden snímek, takže rušení se projevuje velmi značně. U negativní modulace je poruchám odpovídající signál na obrazovce temný až černý, takže ruší mnohem méně. Negativní modulace se také nyní používá v převážné většině televizních systémů. Průběh modulace podle obou způsobů je vyznačen na obr. 14.

### Úplný obrazový signál

Jak bylo již řečeno, pohyb elektronového svazku v obrazovce televizního přijímače musí odpovídat pohybu elektronového svazku ve snímací elektronce. Proto úplný obrazový signál musí obsahovat kromě vlastní

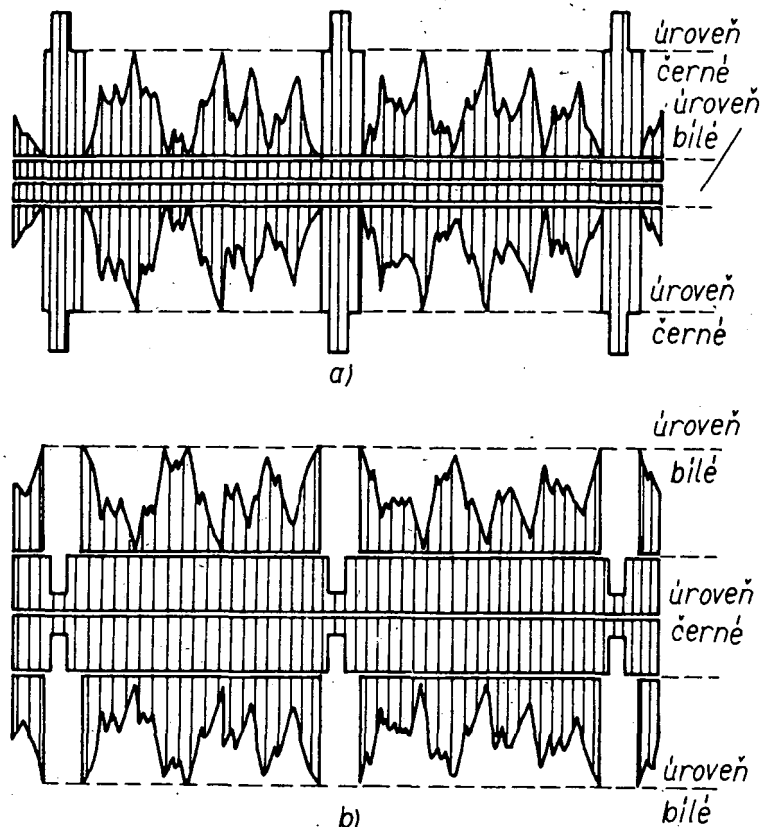
obrazové informace i synchronizační směr. V synchronizační směsi jsou impulsy pro synchronizaci řádků a dále pak zatemňovací impulsy, které umožní zatemnění obrazovky televizního přijímače po dobu, po kterou se paprsek vrací, aby nebyl obraz rušen.

Průběh úplného televizního signálu je na obr. 15. V horní části je vyznačen průběh signálu při běhu paprsku po řádku. Rychlost pohybu je dána počtem řádků za sekundu. Při 625 řádcích a 50 půlsnímcích je celkem 15 625 řádků za sekundu a doba trvání jednoho řádku je 64  $\mu$ s. Jestliže celkovou úroveň modulace označíme 100%, pak největší úroveň obrazového signálu (tj. úroveň černé) dosahuje 75 % celkové úrovně. Nejmenší úroveň signálu (tj. úroveň bílé) má 10 až 15 % celkové úrovně, a proto na modulaci obrazového signálu zbývá asi 60 % z celkové modulace signálu.

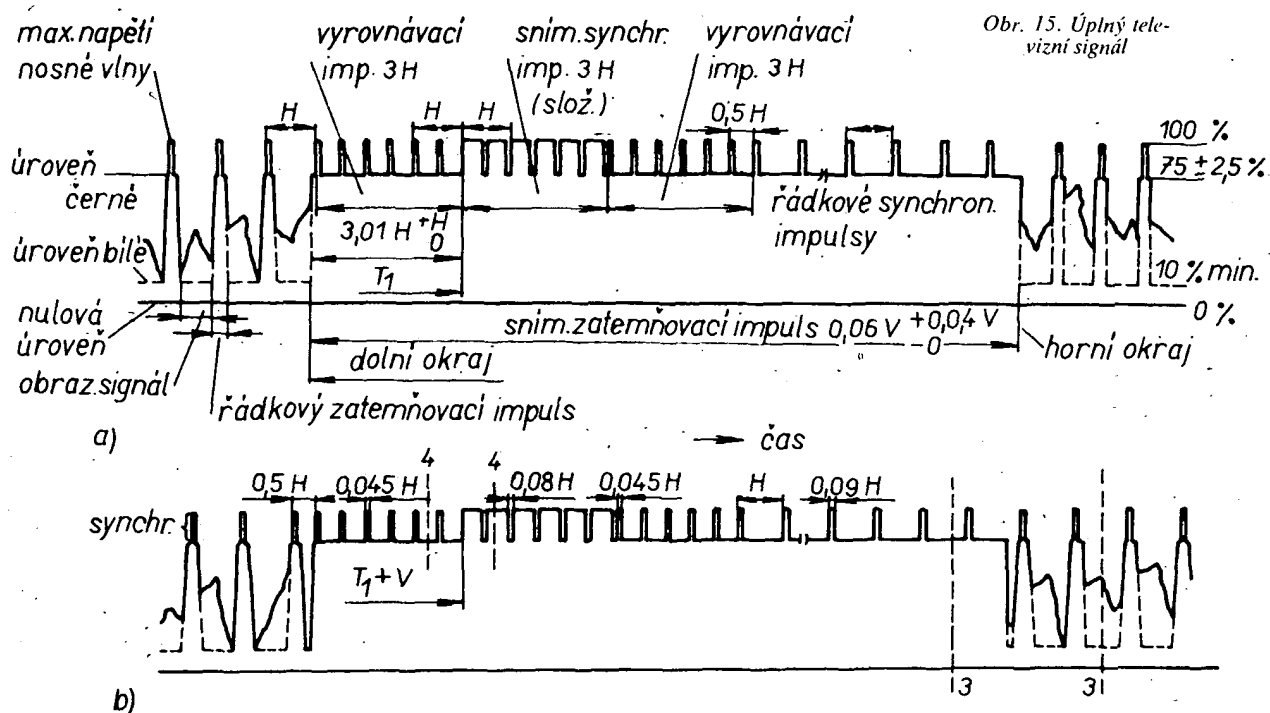
Ke konci každého řádku, v době, v níž paprsek vykoná značně zvětšenou rychlostí zpětný běh, je vyslán pomocný zatemňovací impuls. Obdobný zatemňovací impuls je vyslán ke konci každého snímku. Zpětné běhy paprsku příslušejí černé barvě (tj. probíhají při uzavřené elektronové trysce) a nejsou proto na snímku viditelné. Zatemňovací signály mají stejnou úroveň jako je úroveň černé u obrazových signálů.

Zpětný běh paprsku na konci každého řádku je řízen řádkovými synchronizačními impulsy s trváním 5,1  $\mu$ s, jejichž úroveň je vyšší než úroveň obrazových signálů. Kdybychom amplitudu synchronizačních impulsů vyjadřovali v barvě obrazu, byla by „černější než černá“, tedy bezpečně mimo viditelné pásmo. Impulsy synchronizačního signálu se liší od obrazových signálů svou amplitudou a nemohou mít proto na obrazové signály žádný vliv. Mimo to spadají časově do doby, kdy je paprsek zatemňovacím signálem přerušován.

Po dokončení snímku se vysílají snímkové synchronizační impulsy, které mají stejnou amplitudu jako synchronizační impulsy řádkové.



Obr. 14. Způsob modulace televizního signálu; a) negativní, b) pozitivní



kové a liší se od nich jen délkou. Trvají 192  $\mu$ s. Před vysláním snímkového synchronizačního impulsu a po něm je v časových intervalech 240  $\mu$ s vysílán ještě vyrovnávací impuls.

U běžně používaných televizních soustav, u nichž se střídají pulsničky se sudými a lichými řádky, jsou dva různé zpětné běhy elektronového paprsku. První zpětný běh vykonává elektronový paprsek po ukončení poloviny posledního lichého řádku a druhý po ukončení posledního celého sudého řádku.

jímače. Oddělená synchronizační směs obsahuje řádkové a snímkové synchronizační impulsy.

Řádkové synchronizační impulsy se porovnávají s impulsním napětím z řádkového generátoru a získaným stejnosměrným napětím se řídí kmitočet a fáze řádkového budicího generátoru.

Koncové rozkladové stupně dodávají vychylovacím cívkám proud pilovitého průběhu; potřebný k vytvoření lineárního rozkladu.

V generátoru řádkového rozkladu se současně vytváří vysoké napětí pro obrazovku.

## Vytváření jednoduchých obrazových signálů

Představme si, že snímací elektronka bude snímat jednoduchý bílý svivlý pruh, tak jak je to znázorněno na obr. 17. Elektronový paprsek začne po ukončení předcházejícího snímkového impulsu svůj běh v bodě A. Pro jednoduchost budeme předpokládat, že liché a sudé řádky splývají. Poitom až do bodu A bude mít obrazový signál maximální amplitu-

### Blokové zapojení televizního přijímače

Pro úplnost je na obr. 16 blokové zapojení televizoru. Vysokofrekvenční signál zachycený anténou je zpracován ve vysokofrekvenční části přijímače. Po detekci získáváme jednak signál mezinárodního kmitočtu (6,5 MHz), se zvukovou informací, jednak úplný obrazový signál.

Úplný obrazový signál se dále zesiluje v obrazovém zesilovači a přivádí se na katodu obrazovky a na oddělovač synchronizačních impulsů. Oddělovačem synchronizačních impulsů začíná rozkladová část televizního přístroje.

Obr. 16. Blokové  
zapojení televiz-  
ního přijímače



su dojde ke skokové změně úrovně modula-  
ce, která trvá po dobu  $\Delta t_H$ , a pak se modulační  
úroveň vrátí na původní velikost.

V tomto případě se nabízí jednoduchá  
možnost, jak uměle vytvořit uvedený modu-  
lační signál. Řádkové synchronizační impulsy  
po průchodu zpožďovacím obvodem budou  
zpožděny o dobu  $t_H$ . Takto zpožděné impulsy  
pak spouští monostabilní klopný obvod, je-  
hož parametry jsou voleny tak, aby výstupní  
impulsy měly šířku  $\Delta t_H$ . Časy  $t_H$  a  $\Delta t_H$  jsou  
zde v přímé souvislosti se vzdáleností pruhu  
od okraje obrazovky a také s jeho šířkou.

Uvažujme na příklad televizní obrazovky  
o rozměrech  $348 \times 305$  mm. Vzhledem  
k tomu, že elektronový paprsek nakreslí  
jeden řádek za  $64 \mu s$ , bude v tomto případě  
horizontální rychlost elektronového paprsku  
v obrazovce určena vztahem

$$v_H = \frac{38,4}{64} = 0,6 \text{ cm}/\mu s.$$

Chceme-li aby pruh měl šířku  $a$  [cm], bude  
pro čas  $\Delta t_H$  platit

$$\Delta t_H = \frac{a}{v_H} \quad [\mu s; \text{cm}, \text{cm}/\mu s].$$

Zvolíme-li např.  $a = 1$  cm, bude potom

$$\Delta t_H = \frac{1}{0,6} = 1,7 \mu s.$$

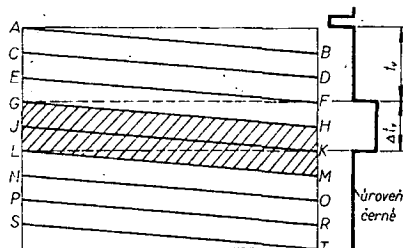
Pokud tedy budou výstupní impulsy z mono-  
stabilního klopného obvodu dlouhé  $1,7 \mu s$ ,  
potom bude uvažovaný pruh široký 1 cm.

Podobně budeme-li chtít, aby pruh byl ve  
vzdálenosti  $a'$  [cm] od levého okraje obra-  
zovky, musí mít zpožďovací obvod zpoždění

$$t_H = \frac{a'}{v_H} \quad [\mu s; \text{cm}, \text{cm}/\mu s].$$

Můžeme-li plynule měnit zpoždění  $t_H$ ,  
bude se pruh pohybovat po obrazovce. Bude-  
li rozsah změny zpoždění v intervalu 0 až  
 $64 \mu s$ , může se pruh pohybovat přes celou  
šířku obrazovky.

Představme si nyní (podobně jako v pře-  
dešlém případě), že snímáči elektronka bude  
snímat jednoduchý bílý vodorovný pruh tak,  
jak je to znázorněno na obr. 18. Elektronový  
paprsek začne po ukončení předcházejícího  
snímkového synchronizačního impulsu svůj  
běh v bodě A. V průběhu řádků mezi body  
A až G bude mít obrazový signál maximální  
amplitudu, která odpovídá černé barvě.  
V bodě G dojde ke zmenšení amplitudy  
obrazového signálu na úroveň bílé barvy.  
Tento stav bude trvat až do chvíle, kdy  
elektronový paprsek dosáhne bodu M,  
v němž opět dojde skokem ke zvětšení  
amplitudy na úroveň odpovídající černé bar-  
vě. To znamená, že v průběhu všech řádek,  
které začínají v bodech G až L, bude obrazo-  
vý signál přenášet informaci odpovídající bílé  
barvě. Modulace bude mít pochopitelně uve-  
dený průběh v každém snímku. To znamená,  
že vždy po určité době  $t$ , po skončení každého  
snímkového synchronizačního impulsu na-  
stane skoková změna úrovně modula-  
ce, kte-



Obr. 18. Rozklad vodorovného bílého pruhu

rá trvá po dobu  $\Delta t_k$ , a po níž se modulační  
úroveň vrátí na původní velikost.

Podobně jako v případě bílého svislého  
pruhu můžeme generovat uměle i obrazový  
signál odpovídající bílému vodorovnému  
pruhu. Snímkové synchronizační impulsy po  
průchodu zpožďovacím obvodem budou na  
jeho výstupu zpožděny o dobu  $t_k$ . Takto  
zpožděné impulsy spouštějí dále monostabi-  
lní klopný obvod, jehož výstupní impulsy mají  
šířku  $\Delta t_k$ .

Víme, že doba potřebná k tomu, aby se  
elektronový paprsek přemístil z bodu A do  
bodu T je 20 ms (doba trvání jednoho  
pulsu). Je-li výška obrazovky 30,5 cm,  
bude vertikální rychlost elektronového  
paprsku

$$v_k = \frac{30,5}{20} = 1,52 \text{ cm}/\text{ms}.$$

Budeme-li vyžadovat, aby pruh měl výšku  
 $b$  [cm], bude platit

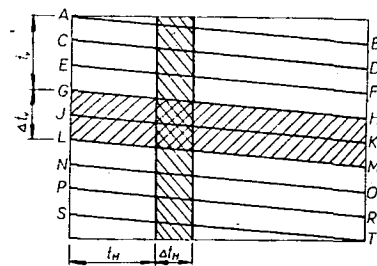
$$\Delta t_k = \frac{b}{v_k} \quad [\text{ms}; \text{cm}, \text{cm}/\text{ms}].$$

Zvolíme-li např.  $b = 2$  cm bude

$$\Delta t_k = \frac{2}{1,52} = 1,31 \text{ ms}.$$

Budeme-li měnit dobu  $t_k$  v rozmezí 0 až  
20 ms, bude se bílý vodorovný pruh pohy-  
bovat od vrchního okraje obrazovky ke  
spodnímu.

Jak je na první pohled patrné z obr. 19,  
můžeme průnikem svislého a vodorovného



Obr. 19. Průnik svislého a vodorovného  
pruhu

pruhu získat pravouhlý obrazec, jehož roz-  
měry jsou určeny časy  $\Delta t_k$ ,  $\Delta t_H$  a jehož  
poloha je určena časy  $t_k$ ,  $t_H$ . Průnikem svislého  
a vodorovného pruhu je možno realizovat  
hradlovým obvodem.

Hradlovým obvodem (hradlem) rozumí-  
me obecně obvod se dvěma vstupy a s jedním  
výstupem. Podstata jeho činnosti spočívá  
v tom, že signál projde z jednoho vstupu  
k výstupu jen tehdy, má-li obvod na druhém  
vstupu vhodné napětí. Přivedeme-li obrazo-  
vý signál svislého pruhu na jeden ze vstupů  
hradlového obvodu a obrazový signál vodo-  
rovného pruhu na druhý vstup, potom obra-  
zový signál kteréhokoli z pruhů projde ze  
vstupu na výstup pouze v tom případě, je-li  
současně na druhém vstupu obrazový signál  
druhého pruhu. To znamená, že výstupní  
signál odpovídá obrazovému signálu pra-  
vouhlého obrazce, který je tvořen průnikem  
svislého a vodorovného pruhu.

Chceme-li tedy generovat obrazový signál,  
odpovídající bílému pravouhlému obrazci  
o výšce  $b$  a šířce  $a$ , budeme postupovat  
následujícím způsobem:

1. Generujeme obrazový signál vodorovné-  
ho bílého pruhu o výšce  $b$ .
2. Generujeme obrazový signál svislého bí-  
lého pruhu o šířce  $a$ .

3. Oba obrazové signály přivedeme na vstu-  
py hradla, přičemž na výstupu hradla  
bude signál, který již představuje obrazo-  
vý signál pravouhlého obrazce.

4. Volbou velikostí časů  $t_k$  a  $t_H$  můžeme  
umístit generovaný obrazec na žádané  
místo televizní obrazovky.

## Popis a funkce jednotlivých obvodů a součástek

Dříve než se budeme zabývat popisem  
dílků obvodů vlastního zapojení elektronické  
hry, která je předmětem konstrukčního  
návodu tohoto čísla AR-B, zopakujeme si  
podrobně vše, co budeme potřebovat vědět  
o použitých součástkách, abychom si později  
mohli podrobně vysvětlit funkce jednotli-  
vých částí zapojení a pochopili způsob čin-  
nosti celého přístroje. Nejprve obrátíme  
svoji pozornost k integrovaným obvodům.  
V základním zapojení přístroje je použito  
celkem 13 integrovaných obvodů, z toho je  
12 číslicových a jeden lineární. O lineárním  
integrovaném obvodu MAA723 se podrobně  
zmíníme, až se budeme zabývat popisem  
napájecího zdroje. Z číslicových integrova-  
ných obvodů je použito 11 kusů čtyřnásob-  
ných dvouvstupových hradel NAND  
MH7400 a jeden dvojitý klopný obvod typu  
D, jehož označení je MH7474.

### Číslicové integrované obvody TTL

Obvody MH7400 i MH7474 patří mezi  
základní typy z řady monolitických integro-  
vaných obvodů TTL [15], [29]. Označení této  
řady jako TTL (z anglického transistor-trans-  
istor-logic) vystihuje způsob vazby mezi  
jednotlivými prvky daného logického systé-  
mu, která se uskutečňuje přímo mezi tranzis-  
tory bez dalších meziklanků (na rozdíl od  
DTL, RTL nebo jiných řad, kde se vazba  
realizuje diodami, odpory nebo jinými prv-  
ky). Řada TTL je patrně nejvíce rozvinutou  
řadou (působujeme-li tuto otázku z celosvě-  
tového hlediska), je vyráběna největším poč-  
tem výrobců, v největším množství a v nejšir-  
ším sortimentu. Zdá se, že vážnými konkuren-  
ty obvodů řady TTL budou v budoucnosti  
zejména obvody, vyráběné na základě ruz-  
ných technologií MOS, patrně především  
proto, že tyto technologie umožňují přechá-  
zet ke stále větším hustotám integrace (tedy  
umožňují soustředit do jednoho pouzdra vět-  
ší počet prvků a základních funkcí) a tím  
realizovat složitější funkce v jednom obvodu.  
Příklady takových složitějších obvodů jsou  
známé – můžeme uvést třeba integrovaný  
vícemístný čítač s obvody paměti a dekodéry,  
kompletní logickou sítí číslicového voltmetru,  
úplný obvod pro číslicové hodiny atd. Obvo-  
dy na základě technologií MOS mají také až  
řádově menší napájecí příkon a obvykle  
pracují s mnohem širší tolerancí napájecího  
napětí (vzhledem k obvodům TTL):

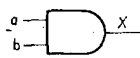
Při výrobě číslicových integrovaných ob-  
vodů TTL se používá planární technologie  
výhradně na bázi křemíku. Přímé vazby mezi  
jednotlivými obvody se dosahuje víceemito-  
rovými tranzistory na vstupu každého logi-  
ckého členu, takže není třeba používat žádné  
další vazební součástky.

### Základní logické členy

Hradlem nazýváme logický člen, jehož  
činnost (stav na výstupu) můžeme ovládat  
řídícím signálem na zvláštním vstupu tohoto  
členu. Hradla jsou podle svého účelového  
schopna realizovat určité logické operace.

Abychom si mohli tyto operace dále rozebírat a definovat, musíme si nejdříve specifikovat druh logiky, s níž hradla pracují. Jsou dva základní druhy logiky – pozitivní a negativní. V logických obvodech se prakticky uvažují pouze dvě úrovně signálu (označují se jako logická nula – log. 0 a logická jednička – log. 1). Signálu o úrovni log. 0 nebo log. 1 přísluší určité napětí. Jestliže je úroveň log. 0 menší než úroveň log. 1, říkáme, že jde o pozitivní logiku. Je-li poměr mezi úrovní log. 0 a log. 1 opačný, mluvíme o negativní logice. V zahraniční literatuře se někdy v pozitivní logice úroveň log. 0 označuje písmenem L (low – nízký) a úroveň log. 1 písmenem H (high – vysoký).

Nadále budeme mluvit pouze o pozitivní logice. Základní logické operace jsou logický součin, logický součet a negace (inverze). Logický součin (AND, česky A – čti jako spojku) znamená, že hradlo, které plní tuto funkci, musí mít na všech svých vstupech log. 1, aby i na jeho výstupu byla úroveň log. 1. (Tedy např. u dvouvstupového hradla AND, obr. 20, bude na výstupu X log. 1 jen tehdy,



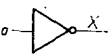
Obr. 20. Symbol dvouvstupového hradla AND

je-li úroveň log. 1 současně na vstupu a a na vstupu b). Logický součet (OR, česky NEBO) naproti tomu znamená, že se na výstupu součtového hradla objeví úroveň log. 1, jestliže je signál log. 1 přítomen alespoň na jednom ze všech vstupů. (Opět vezmeme za příklad dvouvstupové hradlo OR, obr. 21, které bude mít na výstupu



Obr. 21. Symbol dvouvstupového hradla OR

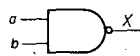
X úroveň log. 1, bude-li úroveň log. 1 na vstupu a NEBO na vstupu b, případně na obou vstupech současně.) Vzájemné vztahy mezi úrovněmi na vstupech a úrovní na výstupu můžeme analogicky rozšířit pro součtová i součinová hradla s větším počtem vstupů. Poslední ze tří jmenovaných základních logických operací (negace – NON) je nejjednodušší. Je to prostě člen, který, má-li na vstupu a úroveň log. 1, má na výstupu X log. 0 a naopak (obr. 22). Se znalostí těchto



Obr. 22. Symbol invertoru

tří základních logických operací (které si později doplníme pouze popisem klopného obvodu typu D) vystačíme při vysvětlení činnosti celého přístroje.

Základní logické obvody většinou v sobě zahrnují více než jednu základní logickou operaci. Na příklad známé hradlo NAND na obr. 23 nejenže realizuje logický součin, ale



Obr. 23. Symbol dvouvstupového hradla NAND

jeho výsledek invertuje, tj. výsledný signál má opačnou úroveň, než jakou měl logický

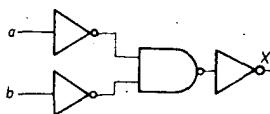
součin. Proto bude u takového logického členu v okamžiku, v němž bude na všech vstupech úroveň log. 1, na výstupní svorce úroveň log. 0. Analogicky se bude chovat hradlo NOR, obr. 24. Dále můžeme snadno



Obr. 24. Symbol dvouvstupového hradla NOR

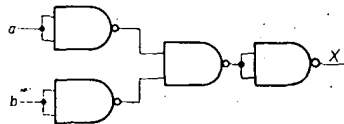
odvodit, že spojíme-li paralelně všechny vstupy hradla NAND, degraduje třeba i osmivstupové hradlo na obyčejný invertor. To proto, že přivedeme-li do společného bodu spojených vstupů např. signál úrovně log. 1, bude na výstupu log. 0; přivedeme-li však do společného bodu vstupů log. 0, nebude na všech vstupech log. 1, a proto bude na výstupu úroveň log. 1. Tím jsme se vlastně dostali k tomu, jak lze z určitých logických členů tvořit jiné logické funkce, než jaké mají ve svém názvu. Teorie, která tyto vztahy řeší, se nazývá Booleanova algebra. Vyjme z ní opět jen ty vztahy, které budeme v dalším potřebovat. Víme, že vzhledem k výrobnímu sortimentu čs. výrobce polovodičových součástek n. p. TESLA Rožnov můžeme počítat pouze s hradly typu NAND. Protože (jak uvidíme dále) v zapojení potřebujeme realizovat i logický součet, ukážeme si, jak lze tuto funkci vytvořit za použití součinných hradel.

Předpokládáme, že potřebujeme vytvořit dvouvstupový obvod negovaného součtu (je na obr. 24). Zapojíme-li dvouvstupové součinné negující hradlo (NAND) tak, že signál před přivedením na jeho vstupy nejdříve invertujeme a signál na výstupu rovněž invertujeme (viz obr. 25), dostaneme obvod, který



Obr. 25. Vytvoření funkce NOR z invertorů a hradla NAND

vytváří přesně stejnou logickou funkci. Protože však nemáme k dispozici ani invertory, bude dvouvstupový obvod negovaného součtu realizovaný integrovanými obvody MH7400 vypadat tak, jak jej vidíme na obr. 26. Přesvědčíme se spolu o pravdivosti návrhu. Člen na obr. 24 pracuje tak, že je-li na vstupech a i b úroveň log. 0, je na výstupu X úroveň log. 1. Je-li alespoň na jednom ze



Obr. 26. Vytvoření funkce NOR z dvouvstupových hradel NAND

vstupů a NEBO b log. 1, pak je na výstupu úroveň log. 0. Teď budeme sledovat stavy v zapojení podle obr. 25. Bude-li na obou vstupech úroveň log. 0, budou na obou výstupech invertorů úroveň log. 1. To však znamená, že na výstupu následujícího hradla NAND bude úroveň log. 0, kterou následující invertor změní na log. 1. To je v souladu s funkcí logického členu na obr. 24. Ponecháme na čtenáři, aby si sám zkontroloval všechny další možné kombinace logických úrovní na vstupech a, b.

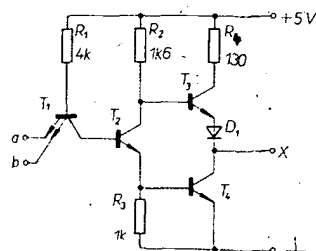
Podobným způsobem potom postupujeme při vytváření dalších, třeba i mnohem složitějších logických funkcí. Protože v mnohých

případech může existovat několik různých způsobů řešení, je správné, zvolíme-li ten způsob, při němž k řešení potřebujeme nejmenší počet logických členů (sledujeme tzv. minimalizaci řešení).

Probrali jsme si tedy některé základní zásady, které budeme potřebovat při návrhu logických sítí a obvodů. V dalším se zaměříme na konkrétní problémy, spojené s praktickým návrhem a stavbou logických obvodů. K tomu se potřebujeme seznámit s vnitřní strukturou logických členů, neboť jen tak si dokážeme vždy uvědomit všechny podmínky, které musí být pro správnou funkci obvodů splněny.

#### Vnitřní struktura základních logických členů

Vnitřní zapojení jednoho dvouvstupového hradla NAND (v integrovaném obvodu MH7400 jsou obsaženy čtyři takové členy) vidíme na obr. 27. Jak je vidět, jde o obvod



Obr. 27. Vnitřní struktura dvouvstupového hradla NAND (1/4 MH7400)

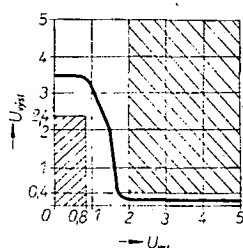
složený ze čtyř tranzistorů (z toho jeden má dva emitory), čtyř odporů a jedné diody. Vstupy a výstup máme označeny shodně s předchozími obrázky (a, b vstupy, X výstup). Nejprve si probereme stav, kdy je na obou vstupech napětí odpovídající log. 1. V tomto případě pracuje tranzistor  $T_1$  v inverzním režimu, takže do báze  $T_2$  teče (přes  $R_1$  a otevřený přechod báze-kolektor  $T_1$ ) proud, kterým se otevře tranzistor  $T_2$ . Potom teče přes  $R_2$  přechod kolektor-emitor  $T_2$  a  $R_3$  proud asi 1.8 mA, který vytváří na  $R_4$  úbytek napětí, otevírající přechod báze-emitor  $T_4$ . Tranzistor  $T_4$  tedy vede (je otevřen do saturace), přičemž  $T_3$  je zcela uzavřen. Tranzistor  $T_3$  je zcela uzavřen tím, že má na bázi téměř stejné napětí jako  $T_4$  (jak jsme již řekli,  $T_2$  je zcela otevřen, jeho saturační napětí je blízké nule), ale napětí na emitoru je větší o úbytek napětí na polovodičovém přechodu diody, zapojené v propustném směru. Při této kombinaci napětí na vstupech logického členu je tedy výstupní svorka X jednak spojena se „zemí“ přes  $T_4$ , otevřený do saturace, jednak odpojena od napájecího napětí +5 V (tranzistor  $T_3$  je v nevodivém stavu).

Bude-li však některý ze vstupů a nebo b na úrovni log. 0, poměry v zapojení se změní. V tomto případě totiž pracuje  $T_1$  v normálním režimu a je otevřen proudem, tekoucím do jeho báze přes  $R_1$  z kladné svorky napájecího napětí (přechod báze-emitor je pólován v propustném směru). Stav na druhém vstupu (druhém emitoru  $T_1$ ) tuto skutečnost již závažně neovlivní. Protože je  $T_1$  sepnutý a na emitoru má napětí blízké nule, bude mít podobné napětí i na kolektoru a stejné napětí je tedy i na bázi  $T_2$ . V tomto případě ovšem  $T_2$  nevede a protože jím neteče proud, nepovede ani  $T_4$  (na  $R_3$  nevzniká žádný úbytek napětí). Potom veškerý proud, přicházející z kladné svorky napájecího napětí přes  $R_2$  může téci do báze  $T_3$ , který se tedy otevírá a připojuje výstup X přes  $R_4$  a  $D_1$  k napájecímu napětí. Uzavřený tranzistor  $T_4$  tento stav výstupu pochopitelně nijak neruší.

Aby činnost obvodů probíhala podle předcházejícího popisu, je nutné dodržet určité

podmínky. Vedle požadavků na napájecí zdroje, o kterých se podrobněji zmíníme v jiné kapitole, musíme respektovat jak požadavky ze strany vstupů určitého logického členu (rozsah úrovní logických informací), tak ze strany výstupů (zátěžitelnost). Zjednodušeně lze říci, že velikost napěťové úrovně na vstupech se bez nebezpečí může pohybovat v rozmezí napájecího napětí (0 až +5 V), přičemž jako úroveň log. 0 je definován signál v rozmezí 0 až 0,8 V, jako úroveň log. 1 je definován signál o napětí 2 až 5 V. Ve výjimečných případech dochází k tomu (třeba tehdy, je-li logický člen řízen jiným způsobem, než přímo výstupem jiného obvodu stejného druhu), že vstupní signál může mírně vybočovat z udaných mezí. Za takových okolností je však třeba učinit zvláštní opatření, která zajistí bezpečný provoz i za těchto podmínek.

Výstupní napětí logických obvodů je definováno běžně pro zátěž deseti vstupů jiných logických členů (nebo pro zátěž čtyřiceti vstupů u výkonových hradel) tak, že pro úroveň log. 0 je toto napětí menší než 0,4 V a pro úroveň log. 1 větší než 2,4 V. Z toho vidíme, že při dodržení podmínek doporučených výrobcem budou vždy požadavky jednotlivých spolupracujících členů s rezervou zaručeny. Velmi názorně jsou tyto skutečnosti zachyceny na obr. 28. na němž je



Obr. 28. Převodní charakteristika hradla NAND

nakreslena převodní charakteristika logického hradla NAND (závislost napětí na výstupu – svislá osa – na napětí na vstupu – vodorovná osa). Z obrázku vidíme, že přechod výstupu z jednoho stavu do druhého se neděje skokem (jako je tomu např. u Schmittova obvodu), ale že jde o spojitou funkci  $U_{vst} = f(U_{vst})$ , na jejíž grafickém znázornění můžeme najít úseky s přibližně lineární charakteristikou. Výše uvedené minimální i maximální úrovně ze strany vstupů i výstupů jsou v obrázku vymezeny vyšrafovanými plochami, které převodní charakteristika nesmí v žádném případě protínat (ani za nejnejpříznivější kombinace nejhorších pracovních podmínek).

Z obrázku lze rovněž vyčíst (a lze to také jednoduše „staticky“ změřit přímo na logickém obvodu), že k přechodu z jedné úrovně do druhé dochází v úzkém rozmezí přibližně od 1 do 1,6 V (závisí na zátěži, teplotě atd.). Právě požadavek za všech okolností spolehlivé funkce však tuto tzv. „zakázanou oblast“ podstatně rozšiřuje, aby v důsledku působení zhoršených podmínek nemohlo dojít k selhání činnosti obvodu. Jak jsme si již řekli, se vzájemným přímým spojováním logických členů nejsou potíže, jejich sloučitelnost je zaručena již jejich konstrukcí. Trochu jinak je tomu tehdy, chceme-li zajistit spolupráci obvodů s diskrétními součástkami a číslicových integrovaných obvodů TTL. Podívejme se na tyto případy podrobněji.

**Činnost základních logických členů v obvodech, podmínky spolupráce s jinými součástkami a obvody**

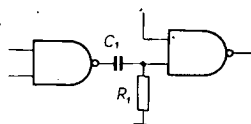
Abychom mohli správně navrhovat kombinované obvody, musíme vědět, jaké jsou

vstupní a výstupní proudy logických členů obsažených v sestavě [30]. Výstupy obvodů TTL jsou navrženy pro zatížení deseti vstupů jiných logických členů TTL. Mají-li tyto vstupy úroveň log. 1, teče do nich z výstupu předchozího členu TTL celkový proud 400  $\mu$ A (40  $\mu$ A do každého vstupu, který je na úrovni +2,4 V). Při průchodu tohoto proudu přes  $R_1$ ,  $T_1$  a  $D_1$  (obr. 27) vzniká úbytek napětí 1,2 až 1,6 V. Odečtením tohoto úbytku od napájecího napětí 5 V dostáváme napětí, které je na výstupu logického členu (zatíženého deseti vstupy). Napětí je 2,4 V. Při vstupní úrovni log. 0 teče do každého vstupu proud asi 1,6 mA, vlastnosti logického členu (tranzistoru  $T_1$ ) jsou takové, že při tomto proudu není na výstupu napětí větší než 0,4 V (maximální úbytek napětí na sepnutém  $T_1$  při proudu 16 mA). Z těchto údajů a ze schématu vnitřního zapojení vidíme, jakým způsobem můžeme hradlo zatížit a jakou zátěž hradlo „utáhne“.

Budeme-li například logickým členem budit uzemněnou zátěž, můžeme na jeho výstupu udělat třeba zkrat, aniž by došlo k nějaké poruše. Přitom však musíme počítat s tím, že maximální proud nakrátko bude omezen odporem  $R_1$  a úbytkem napětí na  $T_1$  a  $D_1$ . (Protože v tomto případě vzniká v obvodu značná výkonová ztráta, smí být zkratován výstup jen jednoho ze všech logických členů obsažených v pouzdru). Výstupním signálem logického obvodu můžeme napájet rovněž takovou zátěž, která je jedním vývodem připojena na napětí +5 V. V tom případě však musíme počítat s tím, že se napětí na zátěži mění v rozmezí asi od 2 do 5 V, a že v tomto případě nemůžeme zmenšovat odpor takto zapojené zátěže až do nuly, neboť hrozí nebezpečí zničení logického obvodu (tranzistoru  $T_1$ , obr. 27) velkým proudem.

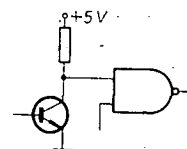
Jiné okolnosti musíme respektovat při návrhu obvodů, ovládajících vstupy logických členů. Řekli jsme si již, že je-li na vstupu logického členu úroveň log. 1, zatěžuje tento vstup předchozí obvod proudem 40  $\mu$ A. Chceme-li, aby úroveň na tomto vstupu byla alespoň +2 V, pak musí být vstup spojen s kladnou napájecí svorkou +5 V přes odpor jisté velikosti, přes který se proud uzavírá. Tento případ není kritický, neboť vstupy logických členů se samy mají snahu nastavovat na úroveň log. 1, v praxi volíme obvykle odpory velikosti několika kilohmů. K poněkud jiné situaci dochází, chceme-li na vstupu logického členu nastavit úroveň log. 0. V tomto případě musíme ze vstupu odvést do země proud přibližně 1,6 mA (k dosažení úrovně  $\leq 0,8$  V).

Jednoduchým výpočtem zjistíme, že maximální použitelný odpor je 470  $\Omega$  (z řady E 12), v praxi raději volíme odpor o stupeň menší, tedy 390  $\Omega$ . K popsanému případu dochází, budíme-li vstup logického členu např. z derivačního článku (obr. 29). V takové



Obr. 29. Buzení logického členu přes kondenzátor

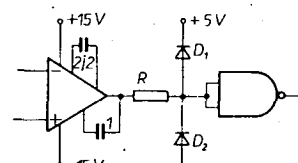
vém případě se předchozí úvahy vztahují právě k odporu  $R_1$ . Bude-li k  $R_1$  připojeno více vstupů logických členů (obecně  $n$ ), bude výsledný odpor  $R_1$   $n$  krát menší. Je-li logický člen řízen např. tranzistorem v zapojení se společným emitorem (obr. 30), je úroveň log. 0 dána úbytkem napětí na tranzistoru v sepnutém stavu (úbytek je zpravidla menší, než jaký požadujeme; běžně menší než 0,1 V). V tomto případě musíme dát pouze pozor na to, aby součet všech proudů, které přicházejí do kolektoru tranzistoru (proud přes  $R_1$



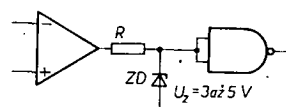
Obr. 30. Buzení logického členu tranzistorem

a proudy ze všech vstupů při připojení několika logických členů), nepřesáhl maximální povolený proud použitého tranzistoru, a aby byl budicí signál pro tranzistor dostatečný.

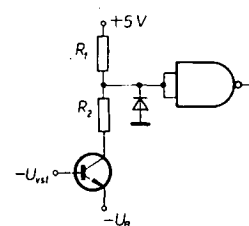
Někdy se stává, že signál, kterým potřebujeme řídit číslicové obvody, má jinou velikost, než o jaké jsme dosud mluvili. Budeme-li např. chtít řídit logický člen výstupním signálem komparátoru, osazeného integrovaným operačním zesilovačem (např. MAA501), bude se velikost tohoto řídicího signálu pohybovat přibližně od -12 do +12 V. Tak velké napětí by však mohlo zničit připojený logický člen. V tomto případě musíme omezit rozkmit signálu, přicházejícího na vstup logického členu (např. podle obr. 31 nebo 32). Pro převod záporných signálů musíme používat složitější převodníky s pomocným tranzistorem (obr. 33).



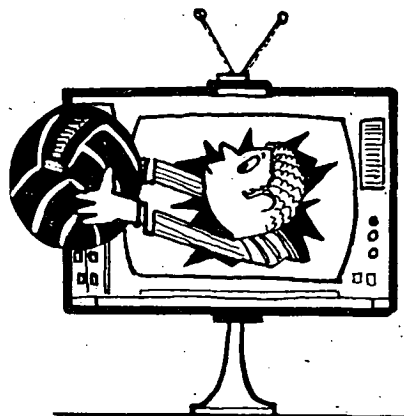
Obr. 31. Převod úrovně z výstupu operačního zesilovače



Obr. 32. Jiný způsob převodu úrovně z výstupu operačního zesilovače



Obr. 33. Převod signálu se zápornou úrovní

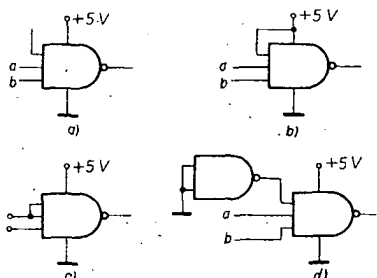


Tím jsme si probrali základní zásady, podle nichž zapojujeme vstupy a výstupy logických členů integrovaných obvodů TTL při jejich začleňování do určitého funkčního celku.

Až dosud jsme se při výkladu opírali o vlastnosti a zapojení logického členu NAND. Protože tento člen je základním prvkem téměř všech u nás vyráběných integrovaných obvodů TTL, můžeme říci, že uvedené závěry platí s malými odchylkami i pro vstupní a výstupní proudy ostatních typů IO, které jsou většinou vytvořeny určitým spojením menšího nebo většího počtu základních logických členů NAND.

#### Ošetření nevyužitých vstupů

V logických obvodech se velmi často stává, že některé ze vstupů zůstanou nevyužity. Zmíníme se proto ještě krátce o tom, jak se takové vstupy ošetřují, aby parazitní signály na nich nezanášely do zapojení zbytečné chyby a nesnáze (obr. 34) [29], [30]. Nejjed-



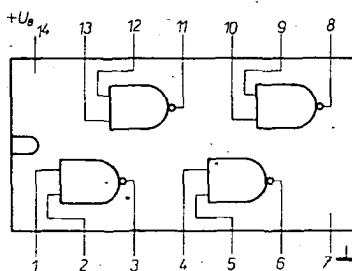
Obr. 34. Příklady zapojení nevyužitých vstupů

noduší je nechat nezapojené vstupy volné, neboť takový vstup se chová jako vstup nastavený na úroveň log. 1 (s ohledem na náchylnost k rušení a další nepříznivé důsledky však tohoto způsobu využíváme jen výjimečně). Téžový výsledek dosáhneme připojením nevyužitých vstupů na napětí o úrovni log. 1 (2,4 až 5 V). Další, rovněž často používanou možností je připojit nevyužité vstupy ke vstupům funkčním. V praxi volíme vždy způsob, který je v daném zapojení nejvýhodnější, jak z hlediska funkčního, tak i z hlediska návrhu plošných spojů.

V předchozím pojednání jsme považovali za vhodné seznámit čtenáře se základními vlastnostmi číselných integrovaných obvodů řady TTL i s některými praktickými aplikačními pravidly proto, že konstrukce popsaná v této publikaci dává široké možnosti každému ze čtenářů, aby uplatnil svoji fantazii a tvůrčí schopnosti. Elektronickou hru je totiž možno dále doplňovat a rozšiřovat, což je však právě podmíněno především znalostí funkce a možností použitých základních součástek. Dále si podrobněji popíšeme oba typy číselných IO, použitých ke konstrukci hry na obrazovce.

#### Číselný integrovaný obvod MH7400

Číselný integrovaný obvod MH7400 obsahuje na jedné křemíkové destičce (čipu) čtyři dvouvstupová hradla NAND (schéma vnitřního zapojení je na obr. 27). Obvod je zapouzdřen do pouzdra z plastické hmoty se dvěma řadami vývodů (dual-in-line), jejichž celkový počet je 14. Zapojení jednotlivých vývodů při pohledu shora (na identifikační

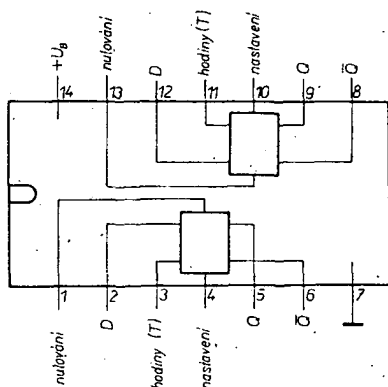


Obr. 35. Zapojení obvodu MH7400

označení na pouzdru) je na obr. 35. Protože činnost dvouvstupového součinového hradla jsme si podrobně rozebrali již dříve, můžeme se věnovat dalšímu obvodu, s nímž se v konstrukčním návodu setkáváme.

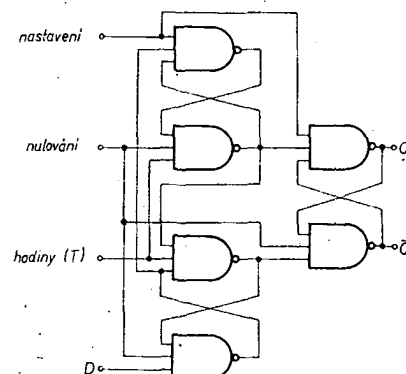
#### Číselný integrovaný obvod MH7474

Číselný integrovaný obvod MH7474 je klopný obvod typu D, přičemž v jednom pouzdru (na jedné křemíkové destičce) jsou obsaženy tyto logické členy dva. Stejně jako MH7400 je i tento integrovaný obvod v pouzdru z plastické hmoty se 14 vývody ve dvou řadách (obr. 36). Ve srovnání s logickým členem NAND je MH7474 mnohem složitější, ve struktuře jednoho systému je obsaženo např. 16 tranzistorů (viz obr. 37, srovnej obr. 27). Prohlédneme-li si zapojení pozorně, můžeme v něm vysledovat jednotlivá hradla NAND, z nichž je celý klopný obvod složen (podle obr. 38). Činnost klopného obvodu typu D lze stručně popsat s pomocí pravdivostní tabulky, podle



Obr. 36. Zapojení obvodu MH7474

níž platí: je-li na vstupu D v okamžiku, kdy přišel na vstup T hodinový impuls, úroveň log. 1, přejde výstup Q zároveň s čelní hranou hodinového impulsu rovněž na úroveň log. 1, výstup  $\bar{Q}$  ( $\bar{Q}$  negovaný) přejde zároveň na úroveň log. 0. Tyto změny jsou zcela nezávislé na tom, do jakého stavu byl obvod nastaven před příchodem hodinového impulsu.

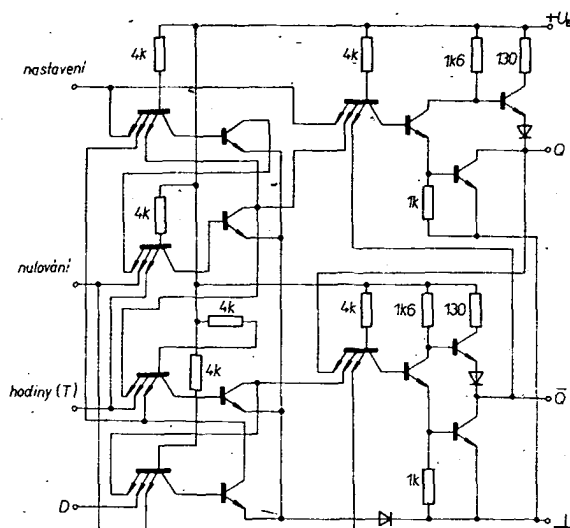


Obr. 38. Blokové schéma klopného obvodu typu D

Tab. 1. Tabulka úrovní (platí pouze pro zapojení na obr. 39)

R	S	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	pův. stav	pův. stav
0	0	neurčitý stav	neurčitý stav

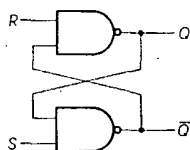
su. Naopak bude-li v okamžiku příchodu hodinového impulsu na vstupu D úroveň log. 0, přejde výstup Q rovněž na úroveň log. 0 a zároveň samozřejmě výstup  $\bar{Q}$  na úroveň log. 1 (opět současně s čelní hranou hodinového impulsu). Podmínkou pro činnost podle předchozího popisu (tedy podle pravdivostní tabulky) je trvalá přítomnost signálu s úrovní log. 1 na obou tak zvaných asynchronních vstupech (vstup „nastavení“ a vstup „nulování“). Tyto vstupy jsou z hlediska vlivu na výstup nadřazeny vstupům T a D, takže při signálu na některém z asynchronních vstupů (je-li na některém z nich úroveň log. 0) nezávisí stav výstupů na tom, co se děje na vstupech T a D. Činnost asynchronních vstupů lze odvodit již z jejich názvů. Signál na vstupu „nulování“ klopný obvod „vynulu-



Obr. 37. Vnitřní zapojení klopného obvodu typu D (1/2 MH7474)

je", čili nastaví výstup Q na úroveň log. 0. Náproti tomu signál na vstupu „nastavení“ způsobí, že se výstup Q nastaví na úroveň log. 1. K aktivaci (uvedení do činnosti) každého z obou asynchronních vstupů dochází při přivedení signálu o úrovni log. 0 na některý z těchto vstupů. Ke správné funkci je třeba zajistit, aby se signál s úrovní log. 0 nemohl objevit na obou asynchronních vstupech současně, neboť tento stav nedává na výstupu obvodu definovanou odezvu (výstupní obvody klopného obvodu MH7474 jsou vlastně tvořeny klopným obvodem R-S – viz dále).

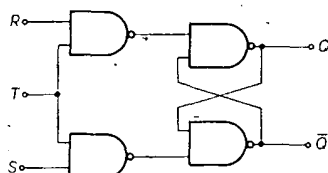
Podrobný rozbor činnosti tohoto číslicového obvodu nebudeme vzhledem k jeho značné složitosti uvádět. Bude však užitečné, ujasníme-li si jeho funkci alespoň na zjednodušeném klopném obvodu typu D, sestaveném z hradel NAND. Nejdříve se podíváme, jak pracuje nejjednodušší klopný obvod, zvaný R-S (obr. 39) Pravidlovitá tabulka



Obr. 39. Klopný obvod R-S

(tab. 1) nám říká, že přivedení signálu s úrovní log. 0 na kterýkoli ze vstupů R nebo S způsobí, že se příslušný výstup (tj. výstup toho hradla, na jehož volný vstup jsme signál log. 0 přivedli) nastaví na úroveň log. 1. Vzájemná vazba mezi výstupy a vstupy obou hradel NAND způsobí, že se zároveň druhý výstup nastaví na úroveň log. 0. Současná přítomnost signálu o úrovni log. 0 na obou vstupech (R a S) nedává na výstupu jednoznačnou odezvu – srovnej s činností asynchronních vstupů obvodu MH7474.

Rozšířením klopného obvodu R-S o další dvě hradla NAND získáme tzv. klopný obvod R-S-T (obr. 40). Přidaná hradla, která



Obr. 40. Klopný obvod R-S-T

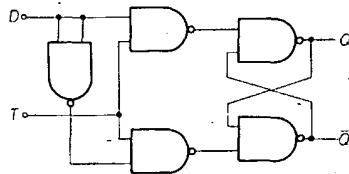
mají dva vstupy spojeny a vyvedeny jako hodinový vstup T, zaručují, že přechod klopného obvodu z jednoho stavu do druhého může probíhat pouze za přítomnosti hodinového impulsu. Protože však přidaná hradla typu NAND realizují negovaný logický součin signálu na hodinovém vstupu T a signálu na některém ze vstupů R a S, bude pravdivostní tabulka (tab. 2) oproti tab. 1 poněkud

Tab. 2.

R	S	Q	$\bar{Q}$
1	0	0	1
0	1	1	0
1	1	neurčitý stav	neurčitý stav
0	0	pův. stav	pův. stav

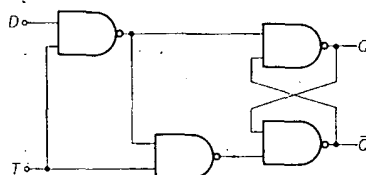
pozměněna. Klopný obvod mění svůj stav za přítomnosti signálu log. 1 na hodinovém vstupu T a některém ze vstupů R a S, neboť v tomto případě se na výstupu příslušného hradla NAND objeví úroveň log. 0, což je signál, který může změnit stav následujícího

běžného klopného obvodu R-S. Tento obvod se od klopného obvodu typu D již zásadně liší jenom tím, že kromě hodinového vstupu má ještě dva vstupy pro řídicí signál. Velmi jednoduchou úpravou můžeme pak změnit klopný obvod R-S-T na obvod typu D (obr. 41). Hlavní předností tohoto obvodu je to, že



Obr. 41. Zjednodušený klopný obvod typu D

u něho nemůže dojít k neurčitému stavu, neboť signály na vstupech pomyslného klopného obvodu R-S-T jsou vždy vzájemně opačné (díky přidanému hradlu, pracujícímu jako invertor). Jiná varianta zapojení klopného obvodu typu D (sestaveného z dvou-vstupových hradel typu NAND obr. 42) je



Obr. 42. Jiné zapojení klopného obvodu typu D

proti předchozímu zapojení upravena tak, že vystačíme při její realizaci jen se čtyřmi hradly (jeden integrovaný obvod MH7400).

Tyto „syntetizované“ klopné obvody typu D se však od obvodu MH7474 dosti liší – nelze u nich totiž nastavit určitý stav na výstupu bez přítomnosti hodinového impulsu (nemají asynchronní vstupy), a dále ke změně stavu na jejich výstupu může docházet po celou dobu trvání hodinového impulsu, mění-li se v této době logické úrovně na vstupu D. V některých zapojeních však tyto okolnosti nevadí nebo jsou spíše naopak vítány (např. u paměti, které zařazujeme mezi čítače a dekodéry u obvodů pro zobrazení čísel na displejích).

Popisem základních vlastností číslicových integrovaných obvodů MH7400 a MH7474 jsme si vytvořili podmínky k vysvětlení činnosti základních funkčních celků, obsažených v jednotlivých částech konstrukce „hršíš na obrazovce TVP“, případně k samostatné práci na úpravách a rozšiřování předpokládaného stavebního návodu.

### Popis a funkce dílčích obvodů

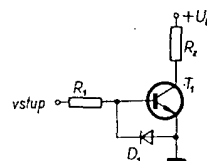
V předchozí kapitole jsme se poměrně podrobně seznámili s vlastnostmi číslicových integrovaných obvodů použitých v zapojení elektronické hry, dále s jejich strukturou a také se zásadami, jimiž se při návrhu obvodů s těmito moderními součástkami řídíme. V následujícím pojednání si probereme zapojení několika základních obvodů (sestavených z číslicových integrovaných obvodů), které se ve stavebním návodu několikrát opakují.

Předem upozorňujeme, že nejde o žádné speciální obvody, naopak jsou to široce využitelná zapojení základních obvodů pro vytváření, případně úpravy impulsů. Připomeneme si zásady, podle nichž postupujeme při návrhu těchto obvodů, a popíšeme si vlastnosti jednotlivých zapojení. Nejjednodušší z této skupiny obvodů je spínací obvod

s tranzistorem, jehož vlastnosti si probereme jako první.

### Spínací obvody s tranzistorem

Popis dílčích obvodů, z nichž nakonec bude složeno zapojení elektronické hry, začneme popisem tranzistorového spínacího obvodu, bez něhož si logické obvody a systémy nedovedeme vůbec představit. Spínací obvod s tranzistorem se v logických obvodech, s nimiž se ještě v souvislosti s konstrukčním návodem setkáme, vyskytuje především jako prvek zakončující každý logický člen, dále však i jako zvláštní spínač, sestavený z diskretních součástek. První případ jsme si již osvětlili v souvislosti s popisem logického členu NAND. Zapojení tranzistorového spínače, sestaveného s použitím diskretních součástek, vidíme na obr. 43. Tranzistor

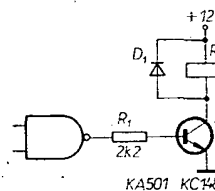


Obr. 43. Spínací obvod s tranzistorem

pracuje jako paralelní spínač v zapojení se společným emitorem. Tento způsob zapojení je nejběžnější, neboť umožňuje dobře využít vlastností tranzistorů.

Je evidentní, že napětí  $U_a$ , napájecí zátěž  $R_L$ , musí být menší než je závěrné napětí použitého tranzistoru  $T_1$  (aby se zátěž mohla správně odpojit), a že zatěžovací odpor musí být správně dimenzován s ohledem na velikost napětí  $U_a$  a dovolený kolektorový proud  $I_1$ . Odpor  $R_1$  má za úkol chránit tranzistor před zničením příliš velkým proudem, tekoucím do báze. Dioda  $D_1$  zase chrání přechod báze-emitor před napětím opačné polarity. Kromě závěrného napětí a proudu kolektoru sledujeme u spínacích tranzistorů další parametry, které mohou být ve speciálních případech neméně závažné (úbytky napětí na tranzistoru v sepnutém stavu, spínací rychlost, zesilovací činitel, kapacity přechodů atd.).

Hlavní podmínkou správné činnosti tranzistorového spínače je jeho činnost v oblasti nasycení. Tohoto stavu dosáhneme správnou volbou budicího proudu (popř. správnou volbou poměru mezi proudem řízeným a proudem řídicím). Řídicí proud volíme podle nejmenšího předpokládaného zesilovacího činitele tranzistoru tak, že výpočtem získaný údaj několiknásobně (podle okolností) zvětšíme. Uvedme si příklad: výstupem logického členu chceme ovládat relé, které spíná při 12 V, přičemž odebírá proud 50 mA. Na první pohled je patrné, že tyto požadavky se vymykají z mezí možností číslicových integrovaných obvodů TTL. Musíme tedy mezi výstup logického členu a relé zařadit tranzistorový spínač (obr. 44). Srov-



Obr. 44. Ovládání relé výstupem logického členu

náním katalogových a cenových údajů zjistíme, že nejehospodárněji můžeme tento spínač osadit (aniž bychom překročili dovolené meze katalogových podmínek) tranzistorem KC148 (uvažujeme pouze křemikové tranzistory), neboť tento tranzistor splňuje napěťové i proudové nároky spínacího relé a na rychlost sepnutí nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky (bude vždy větší než rychlost překlápění mechanických součástí relé). Zbývá již pouze vypočítat správnou velikost  $R_1$ . Z katalogu zjistíme, že zesilovací činitel tranzistoru KC148 může být 125 až 900. Dělíme-li spinaný proud 50 mA nejmenším zesilovacím činitelem (podle katalogu), dostaneme 0,4 mA. Při log. 1 je na výstupu logického členu napětí minimálně 2,4 V. Od tohoto napětí musíme odečíst 0,7 V (úbytek na přechodu báze-emitor) a výsledek dělíme potřebným proudem báze. Odpor  $R_1$  (max.) vyjde pak 4,25 k $\Omega$ .

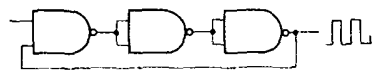
Použijeme-li např. odpor 2,2 k $\Omega$ , bude podmínka dostatečného přebuzení určité splněna, neboť zesilovací činitel KC148 bývá běžně kolem 300 až 400, napětí na výstupu logického členu při tak malé zátěži bývá až 3,5 V a mimo to jsme odpor  $R_1$  zvolili přibližně poloviční vzhledem k odporu, který jsme vypočítali. Odhadem lze stanovit, že buzení tranzistoru je zajištěno s přibližně šesti až osminásobnou rezervou. I za těchto podmínek je proud báze hluboko pod mezí, udávanou v katalogu pro KC148 jako maximální a na výstupu logického členu zůstává zachován signál příslušných logických úrovní pro případné buzení dalších logických obvodů. Dioda  $D_1$  zapojená paralelně k vinutí chrání tranzistor před zničením napěťovými špičkami (opačné polarity, než je napájecí napětí), které vznikají na indukčnosti vinutí relé při přechodu tranzistoru  $T_1$  do nevodivého stavu.

Podobným způsobem postupujeme při výpočtu jiných spínacích obvodů, osazených tranzistory (spínání signální doutnavky apod.).

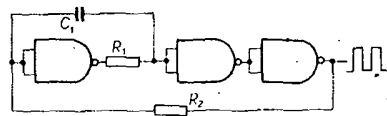
Ve speciálních případech (např. v číslicové měřicí technice) se k dosažení malých úbytků napětí na sepnutém tranzistoru používá tzv. inverzní zapojení tranzistorového spínače, u něhož se dosahuje zbytkových napětí řádu milivoltů. Tento druh spínače se však v popísané konstrukci spínače nepoužívá, proto se jím nebudeme zabývat.

#### Obvody pro generování impulsů (multivibrátory)

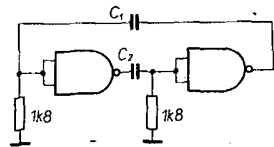
Na logické členy NAND můžeme do jisté míry pohlížet jako na zesilovače. Vhodným uspořádáním těchto členů s použitím určité zpětnovazební větve můžeme vytvořit generátory, produkující střídavé napětí impulsního charakteru. Kmitočet, případně i střidu výstupního napětí můžeme v širokých mezích



Obr. 45. Jednoduchý multivibrátor z hradel NAND



Obr. 46. Nesymetrický multivibrátor z hradel NAND



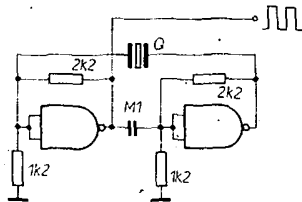
Obr. 47. Symetrický multivibrátor z hradel NAND

ovlivňovat vhodnou volbou pasivních součástek zpětnovazebních obvodů (hlavně kondenzátorů). Nejjednodušší takový obvod je na obr. 45. Zpětnovazební smyčka je zde uzavřena přímo mezi logickými členy bez dalších součástek. Kmitočet tohoto multivibrátoru závisí pouze na vlastnostech použitých hradel (na jejich tzv. době zpoždění) a pohybuje se mezi 20 až 25 MHz. Generátor lze klíčovat signálem logické úrovně, přiváděným na volný vstup prvního hradla.

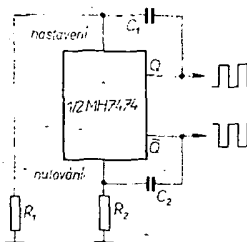
V zapojení na obr. 46 je kmitočet určen především prvky článku RC,  $C_1$  a  $R_1$ , přičemž  $R_1 \approx 470 \Omega$  (vysvětleno v předchozí kapitole). Odpor  $R_2$  ovlivňuje v jistých mezích střidu výstupního napětí obdélníkovitého průběhu (opět  $R_2 \approx 470 \Omega$ ). Volbou  $C_1$  lze v tomto zapojení získat signál o kmitočtu v rozmezí od stovek Hz do několika MHz.

Na dalším obrázku (obr. 47) je zapojení tzv. symetrického multivibrátoru. Na první pohled lze zapojení zařadit jako obdobu známých tranzistorových multivibrátorů. Přibližná doba jednoho kmitu je dána vztahem  $T = 0,5RC$ . V podobném zapojení na obr. 48 je kmitočet dán sériovým rezonančním kmitočtem použité piezoelektrické krystalové jednotky (krystalu), nahrazující jeden z obou kondenzátorů z předchozího obrázku. Tento krystalový generátor je vhodný zejména tam, kde nevádí, že jeho jednoduchost je na úkor stability (v praxi je možno počítat s dlouhodobou stabilitou řádu  $10^{-4}$  až  $10^{-5}$ ). Při použití krystalu s kmitočtem asi 100 kHz a méně jeví někdy tento druh generátoru sklon ke kmitání na lichých harmonických kmitočtech. Tomuto jevu čelíme zapojením vhodného kondenzátoru paralelně k odporu (zatižením krystalu).

Generátor na základě symetrického multivibrátoru můžeme sestavit i s použitím klopenného obvodu typu D (jedna polovina obvodu MH7474). V tomto případě se využívají pouze asynchronní vstupy (vlastně pouze výstupní klopenný obvod R-S – viz obr. 49). Toto zapojení může být vhodné tehdy, zbudeli nám po sestavení určitého logického systému jedna polovina pouzdra MH7474 volná, takže ji můžeme takto zužitkovat.

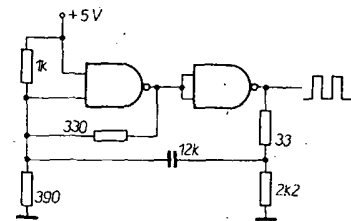


Obr. 48. Krystalem řízený multivibrátor z hradel NAND



Obr. 49. Multivibrátor z jedné poloviny MH7474

Všechna dosavadní zapojení (kromě zapojení s krystalem) mají jednu společnou nevýhodu, která může být v některých případech na závadu. Jejich kmitočtová stabilita (zejména závislost kmitočtu výstupního signálu na napájecím napětí) je velmi špatná. Například u symetrického multivibrátoru se kmitočet výstupního signálu mění až o  $\pm 20 \%$  při změnách napájecího napětí o  $\pm 5 \%$ . Na obr. 50 je zapojení, které je v tomto směru mnohem dokonalejší. Správným seřazením (změnou odporu 1 k $\Omega$ ) lze dosáhnout při změnách napájecího napětí o  $\pm 5 \%$  kolísání kmitočtu výstupního signálu menší než 1 %. Kmitočet lze nastavit na požadovanou velikost volbou kapacity kondenzátoru  $C_1$ . Se součástkami podle obrázku pracuje generátor z obr. 50 na kmitočtu přibližně 100 kHz.



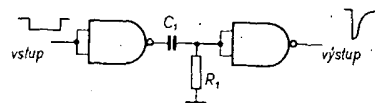
Obr. 50. Zapojení stabilního multivibrátoru z hradel NAND

#### Obvody pro úpravu impulsů

Zapojení elektronické hry se mimo jiné skládá ze značného počtu obvodů, které nějakým způsobem zpracovávají a upravují přiváděné impulsy [15]. Mezi těmito obvody můžeme rozeznat dvě hlavní skupiny: především jsou to obvody, které umožňují odvodit od synchronizačních impulsů další impuls, jehož časový odstup od řídícího impulsu je závislý na velikosti pomocného stejnosměrného napětí. Protože jde o obvod poměrně speciální, vysvětlíme si jeho činnost až spolu s popisem zapojení příslušných dílů elektronické hry.

Druhou skupinu tvoří monostabilní klopenné obvody (případně derivační obvody), které z impulsu obecné šířky vytvářejí impulsy s přesně definovanou dobou trvání. Protože jde o obvody velmi často v logických systémech používané, probereme si jejich zapojení a činnost podrobněji.

Nejjednodušší je obvod na obr. 51. Je vhodný pouze ke zkracování budičích impul-

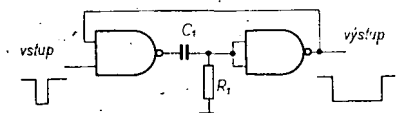


Obr. 51. Jednoduchý obvod ke zkrácení impulsů

su (někdy může být zkrácení takové, že výstupní impuls je vlastně jen odezvou na náběžnou hranu impulsu vstupního).

V klidu je na vstupu prvního hradla úroveň log. 1, na výstupu log. 0. Vstup druhého hradla má úroveň log. 0 (je udržován na této úrovni pomocí  $R_1$ , jehož odpor je maximálně 470  $\Omega$ ).

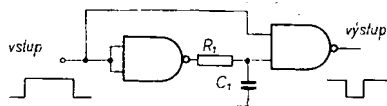
Přivedeme-li nyní na vstup prvního hradla signál o úrovni log. 0, přejde jeho výstup na úroveň log. 1. Vazební kondenzátor  $C_1$  se ihned začne nabíjet, avšak nabíjecí proud protékající odporem  $R_1$  vytvoří na tomto odporu (tedy na vstupu druhého hradla) úbytek napětí, který způsobí přechod výstupu tohoto hradla na úroveň log. 0. Za dobu  $\tau = R_1 C_1$  se však kondenzátor nabije natolik, že nabíjecí proud již na  $R_1$  nevytváří úbytek, schopný udržet hradlo v tomto stavu, a proto



Obr. 52. Monostabilní klopný obvod vhodný k prodloužení impulsu

se výstup hradla vrátí na původní úroveň log. 1. Protože změna napětí na vstupu druhého hradla je závislá na rychlosti nabíjení kondenzátoru, je přechod do původního stavu relativně velmi pomalý (v závislosti na kapacitě kondenzátoru  $C_1$ ). Bude-li doba trvání budicího impulsu menší než  $\tau = R_1 C_1$ , přenechá se impuls na výstup beze změny.

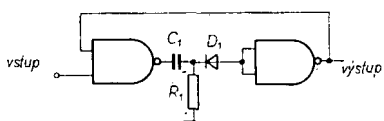
Na obr. 52 je dokonalejší zapojení se zpětnou vazbou, která zabráňuje zkracování doby trvání výstupního impulsu působením vstupního impulsu s kratší dobou trvání, než je součin  $R_1 C_1$ . Při prodloužení impulsu se výstupní hradlo překlápí do původní polohy působením zpětné vazby značně rychleji, což se příznivě projevuje na tvaru výstupního impulsu (na kolmosti tylové hrany). Při zkracování impulsu jsou poměry stejné jako u předchozího zapojení. V některých případech může být výhodnější, použijeme-li v monostabilním klopném obvodu časovací



Obr. 53. Jiné zapojení monostabilního klopného obvodu

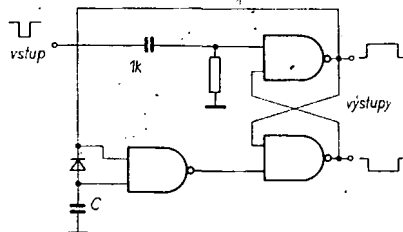
člen RC integračního typu, neboť potom může být jeden konec časovacího kondenzátoru uzemněn. Takové zapojení vidíme na obr. 53. Ve stabilním stavu je na vstupu prvního hradla úroveň log. 0 a vzhledem ke zpětné vazbě musí být na výstupu druhého hradla úroveň log. 1. Kondenzátor  $C_1$  je přes  $R_1$  připojen k vstupu prvního hradla, na němž je úroveň log. 1. Přivedeme-li nyní na vstup monostabilního klopného obvodu spouštěcí impuls s úrovní log. 1, přejde působením zpětné vazby výstup druhého hradla ihned na úroveň log. 0. Zároveň se však překlápí výstup prvního hradla na úroveň log. 0 a začne se vybíjet (přes odpor  $R_1$ ) kondenzátor  $C_1$ . Za dobu  $\tau = R_1 C_1$  se  $C_1$  vybije natolik, že výstup druhého hradla přejde opět na úroveň log. 1. Vrátili-li se však signál na vstupu na úroveň log. 0 dříve, než uplyne doba  $\tau = R_1 C_1$ , bude šířka výstupního impulsu stejná jako šířka impulsu budicího. Obvod je tedy vhodný pouze ke zkracování impulsů a přitom musíme počítat se zhoršením strmosti tylové hrany výstupního impulsu.

Pokud by byla na závadu poměrně velká teplotní závislost šířky výstupních impulsů popisovaných monostabilních klopných obvodů, můžeme zapojení doplnit diodou (obr. 54), která vliv změn okolní teploty na šířku výstupního impulsu do jisté míry kompenzuje.



Obr. 54. Monostabilní klopný obvod s teplotní kompenzací

V literatuře můžeme rovněž nalézt zapojení s využitím kombinace součinných nebo součtových hradel a tranzistorů. Protože však v konstrukčním návodu se tato zapojení



Obr. 55. Univerzální monostabilní klopný obvod

neuplatňují, nebudeme se jimi dále zabývat. Rovněž zapojení na obr. 55 nemá v praktickém návodu přímé uplatnění. Považujeme však za užitečné se o něm zmínit, protože si to díky svým výborným vlastnostem určitě zaslouží. Zapojení využívá klopného obvodu R-S, což zaručuje, že všechny hrany výstupních impulsů jsou velmi strmé (strmost je dána rychlostí přepínání logických hradel NAND, z nichž je klopný obvod R-S sestaven). Vzhledem k tomu, že spouštěcí signál je do monostabilního klopného obvodu přiváděn přes derivační článek, může tento obvod sloužit jak ke zkracování, tak k prodloužení vstupních impulsů. Obvod též vyniká dobrou stabilitou doby trvání výstupního impulsu při změnách teploty okolí nebo napájecího napětí.

#### Zdroje pro napájení obvodů s číslicovými integrovanými obvody

Číslicové integrované obvody, vyžadují ke správné funkci napájecí obvody, udržující napětí na velikosti 5 V s maximální odchylkou  $\pm 5\%$ . Má-li být zaručena správná funkce těchto obvodů, nesmí se tedy napětí zvětšit nad 5,25 V (hrozí nebezpečí zničení obvodů), ani zmenšit pod 4,75 V (obvod nemusí plnit předepsané funkce a na správnou činnost zařízení nelze spoléhat). Tyto meze se nemají překročit za žádných okolností, proto se nemůžeme spokojit s tím, že napájecí napětí změříme třeba Avometem těsně po zapnutí přístroje. Některá zapojení stabilizátorů mají např. tu vlastnost, že v okamžiku těsně po zapnutí se na jejich výstupu objeví napětíová špička, značně větší než je napětí po ustálení. Podobné jevy mohou být příčinou zdánlivě nevysvětlitelného „odcházení“ integrovaných obvodů nebo i jiných součástek. Dalším nevitáním jevem jsou krátkodobá zmenšení napětí, vznikající především v synchronně pracujících systémech jako následek současného sepnutí velkého počtu obvodů. Tato zmenšení napětí mohou způsobit nesprávné překlápění jiných obvodů, což v důsledku znamená opět poruchy funkce. Všechny tyto závažné poruchové jevy slyšlivě odhalíme kontrolou napájecích obvodů osciloskopem. Nejspolehlivější ochranou proti všem přechodovým jevům je dostatečně blokovat napájecí obvody vhodnými kondenzátory. Přitom však nemusí vždy platit, že čím větší bude kapacita blokovacího kondenzátoru, tím lépe. Mohou nastat i takové případy, kdy úplně postačí keramický kondenzátor 0,1  $\mu\text{F}$  typu TK 782 tam, kde nepomohl ani elektrolytický kondenzátor s velkou kapacitou. Důležitou roli hraje též umístění těchto blokovacích kondenzátorů: vždy se snažíme zapojit je co nejbližší ke zdrojům možného rušení (napětíové špičky od přepínání apod.).

Dosavadní úvahy a připomínky se týkaly především rozvodu napájecího napětí k jednotlivým číslicovým obvodům. Nyní obrátíme pozornost k vlastnímu stabilizátoru. Požadavek stabilizovat napětí 5 V s přesností  $\pm 5\%$  není nijak tvrdý a u běžných zapojení číslicových integrovaných obvodů s napájecím zdrojem nejsou obvykle potíže. Při

konstrukci hry jsme vycházeli z této úvahy, a proto jsme pro napájení všech obvodů televizní hry chtěli použít stabilizovaný zdroj, popsáný v [16]. Praktické zkoušky nás však přesvědčily o tom, že u „hřiště na obrazovce“ jsou požadavky na napájecí zdroj velmi přísné. Příčinu lze spatřovat v tom, že vlastnosti obvodu generátoru řádkových synchronizačních impulsů jsou na velikosti napájecího napětí tak závislé, že již malé odchylky od požadovaného napájecího napětí značně zhoršují zobrazení jednotlivých prvků hry (raket, míče) na obrazovce, což navíc značně zhoršuje celkový dojem (obrazy raket se prohýbají nebo jinak deformují, při použití televizoru s horšími vlastnostmi synchronizačních obvodů se obraz může „trhat“ nebo se může zcela rozpadnout).

Po získání těchto zkušeností jsme se rozhodli pro sice nákladnější, ale z funkčního hlediska plně vyhovující zapojení stabilizátoru napájecího napětí s použitím monolitického integrovaného obvodu MAA723. Podrobně je zapojení napájecího zdroje popsáno v kapitole, zabývající se výkladem činnosti celého zapojení elektronické hry.

#### TV tenis

Konstrukce této elektronické hry vychází ze základních informací, uveřejněných v [17], [18], [19] a [20].

#### Všeobecný popis

Obvody televizní tenisové hry vytvářejí na obrazovce televizoru nejjednodušší simulovanou variantu skutečné tenisové hry, tj. dvě rakety a míč. Míč může být podáván (servován) podobně jako ve skutečné hře z levé nebo z pravé strany obrazovky. Po podání se míč začne pohybovat směrem k soupeřově raketě. Hráči mohou svými raketami pohybovat nahoru a dolů, případně doleva a doprava. Úkolem hráčů je zasáhnout letící míč raketou. Při dotyku rakety s míčem se obrátí směr vodorovné složky pohybu míče. To znamená: že se míč začne pohybovat směrem k soupeřově straně. Každý z hráčů má navíc možnost volby smyslu svislého pohybu míče po zásahu raketou, tj. zda se míč bude pohybovat po odrazu raketou směrem nahoru nebo dolů. Pokud některý z hráčů nezasáhne letící míč, zůstane míč na levé nebo pravé straně obrazovky, podle toho, který z hráčů jej nezasáhl (obr. 56).



Obr. 56. Pohybující se míč při levém nebo pravém okraji obrazovky

Pro zpestření hry je využit vrchní a spodní okraj obrazovky jako mantinel. To znamená, že letící míč se od nich odráží zpět do hracího pole. Jak bylo již řečeno, nezasáhne-li některý z hráčů letící míč, zůstane míč při pravém nebo levém okraji obrazovky. Vzhledem k tomu, že míč si bude stále zachovávat svislou složku pohybu, bude se stále střídavě odrážet od vrchního a spodního okraje obrazovky. Míč se tedy v našem případě bude pohybovat při levém nebo pravém okraji obrazovky střídavě nahoru a dolů až do



chvíle, kdy některý z hráčů opět začne hru svým podáním (obnoví se tak vlastně vodorovná složka pohybu míče).

Výstupní obrazový signál TV tenisové hry moduluje pak vysokofrekvenční oscilátor, jehož výstup můžeme připojit k anténním zdírkám libovolného televizoru a sledovat tak průběh hry bez jakéhokoli zásahu do televizního přijímače.

Z uvedeného výkladu vyplývají základní požadavky na obvody TV tenisu. Obvody této hry musí obsahovat jednak generátor řádkových a snímkových synchronizačních impulsů, jednak takové obrazové generátory maket raket a míče, které umožňují pohyb uvedených maket na televizní obrazovce (pohyb raket je ovládán ručně, zatímco pohyb míče je automatický).

Vzhledem k tomu, že makety raket a míče jsou bílé obdélníčky na tmavém pozadí obrazovky, tj. rakety a míč mají úroveň bílé a pozadí je na úrovni černé barvy, není zapotřebí používat v obrazových generátorech analogové obvody, ale je možno s výhodou využít logických číslicových obvodů, které pracují s pravouhlými impulsy.

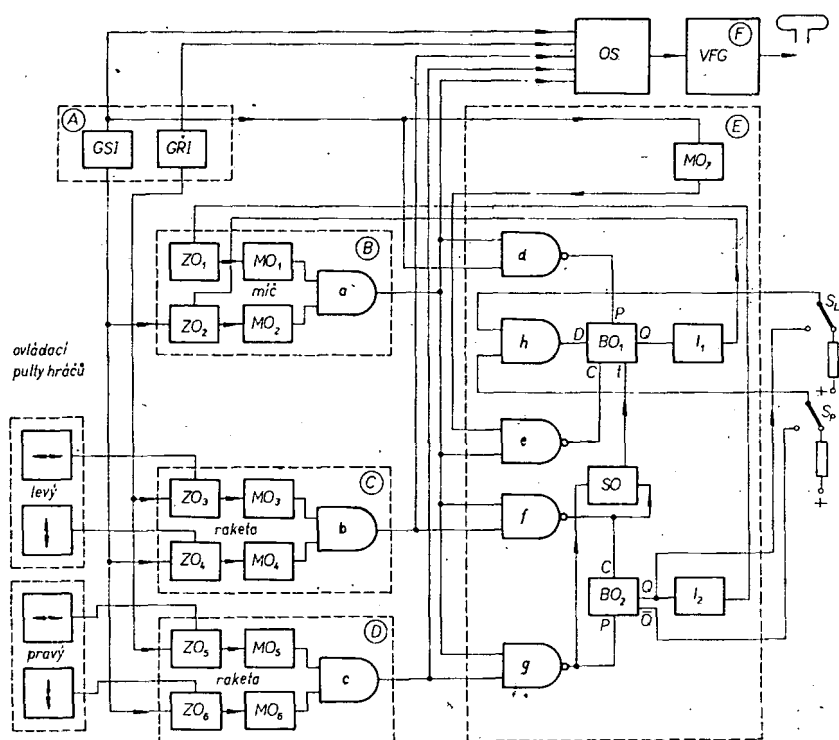
Jak je známo, do úplného televizního signálu patří mimo obrazové informace též synchronizační směs. Aby mohly být snadno sloučeny synchronizační impulsy s obrazovým signálem (a v televizním přijímači naopak snadno odděleny z úplného televizního signálu), jsou synchronizační impulsy záporné a jejich napětí je zaručeně menší, než je nutná úroveň pro nulový proud elektronového svazku v obrazovce (úroveň černé). Vlastní impulsní obrazové signály jsou kladné a mohou zaujímat takový obor napětí, která jsou nad úrovní černé barvy až do napětí potřebného k dosažení maximálního jasu obrazovky (úroveň bílé).

### Popis funkce

Funkci celého zařízení můžeme nejlépe sledovat na blokovém zapojení (obr. 57). Synchronizační impulsy ze snímkového a řádkového generátoru (GSI, GRI) jsou zde využity jako základ pro časový posuv obrazových signálů. Dále jsou synchronizační impulsy slučovány se všemi obrazovými signály v obrazovém směšovači. Celá tato směs je pak přivedena do modulu vysokofrekvenčního oscilátoru (VFG).

Všechny obrazové signály jsou generovány pomocí monostabilních klopných obvodů. Generátor  $MO_1$  vodorovné složky rakety levého hráče je průběžně spouštěn řádkovými synchronizačními impulsy. Předvolitelné časové zpoždění spouštění generátoru způsobuje, že se generované impulsy objevují až za určitý čas po řádkovém synchronizačním impulsu. To má za následek, že raketa se objeví až v jisté vzdálenosti od levého konce obrazovky. Generátor  $MO_2$  vodorovné složky rakety pravého hráče je spouštěn s větším časovým zpožděním, takže raketa se objeví v blízkosti pravé strany obrazovky. Vzhledem k tomu, že k spouštění dochází po každém řádkovém synchronizačním impulsu, byl by výsledkem bílý svislý pruh přes celou výšku obrazovky. Časové zpoždění může být v tomto případě ovládáno hráči, tj. hráči mohou ovládat vodorovnou polohu rakety. Je také možné ovšem tuto polohu předem pevně nastavit a ovládat pouze svislou polohu rakety.

Podobně generátor svislé složky rakety ( $MO_3$  u levého hráče,  $MO_6$  u pravého hráče) jsou analogicky spouštěny s určitým časovým zpožděním vzhledem ke snímkovým synchronizačním impulsům. Časové zpoždění je



Obr. 57. Blokové zapojení televizní hry

plynule ovládáno hráčem. Tímto způsobem hráč ovládá svislou polohu rakety. Vzhledem k tomu, že ke spouštění dochází po každém snímkovém synchronizačním impulsu, byl by výsledkem bílý vodorovný pruh přes celou šířku obrazovky.

Svislá a vodorovná složka rakety levého hráče jsou přivedeny na vstupy AND hradla **a**. Na výstupu hradla se objeví impuls pouze v tom případě, budou-li současně na jeho vstupech jak svislá, tak vodorovná složka. Výsledný impuls představuje na obrazovce maketu rakety ve tvaru bílého obdélníčku.

Podobně bude na výstupu AND hradla **c** obrazový signál rakety pravého hráče.

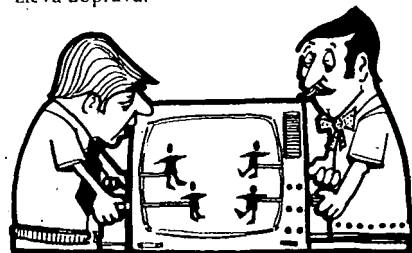
Maketa míče je generována analogickým způsobem jako makety raket pomocí monostabilních obvodů  $MO_1$  a  $MO_2$  a výsledný impuls je odebrán z výstupu AND hradla **a**. Na rozdíl od raket, jejichž pohyb je ovládán hráčem, je pohyb míče automatický. Pokud se má míč na obrazovce pohybovat např. vodorovně zleva doprava, musí se časové zpoždění způzdovacího obvodu  $ZO_1$  zvětšovat během času a naopak, pohybuje-li se míč zprava doleva, musí se časové zpoždění během času zmenšovat. Při svislém pohybu nahoru se musí časové zpoždění způzdovacího obvodu  $ZO_2$  během času zmenšovat a naopak při pohybu dolů zvětšovat. Výsledkem posuvů svislé a vodorovné složky obrazového signálu míče je simulovaný pohyb míče na obrazovce.

Při vlastní hře je nutné, aby se směr pohybu míče změnil, jednak při zásahu hráče raketou, jednak při dotyku míče s horním nebo spodním okrajem obrazovky (odraz míče od mantinelu). V prvním případě se mění smysl vodorovné složky pohybu míče, ve druhém případě se mění smysl svislé složky. Obvody určené ke změně směru pohybu míče pracují dále popsaným způsobem.

Generátor vodorovné složky obrazového signálu míče  $MO_1$  je spouštěn zpožděnými řádkovými synchronizačními impulsy z výstupu způzdovacího obvodu  $ZO_1$ . Toto zpoždění (a tedy i vodorovná složka polohy míče na obrazovce) je ovládáno napětím pilovitého průběhu z výstupu integrátoru  $I_1$ . Na vstup integrátoru je přiveden kladný nebo záporný napěťový skok z výstupu bistabilního klopného

obvodu  $BO_2$ . Stav klopného obvodu  $BO_2$  tak určuje, zda se míč pohybuje zleva doprava nebo naopak. Přijde-li např. úroveň na výstupu  $Q$  tohoto obvodu z úrovně log. 1 na úroveň log. 0, objeví se na výstupu integrátoru napětí, které se bude s časem zmenšovat. V důsledku toho se bude časové zpoždění obvodu  $ZO_1$  zvětšovat a míč se bude pohybovat zleva doprava. Vyskytnou-li se nyní výstupní signály z obrazových generátorů míče a rakety pravého hráče (výstupy z hradel **a**, popř. **c**) současně na vstupech NAND hradla **g** (tento stav představuje vlastní zásah míče raketou pravého hráče), přejde jeho výstupní úroveň z úrovně log. 1 na úroveň log. 0. Vzhledem k tomu, že výstup hradla **g** je připojen na vstup „nastavení“ klopného obvodu  $BO_2$ , změni se stav tohoto obvodu. To znamená, že úroveň na výstupu  $Q$  obvodu  $BO_2$  přejde z log. 0 na log. 1 a na vstupu integrátoru  $I_2$  se tedy objeví kladný napěťový skok. Výstupní napětí z integrátoru se začne přibližně lineárně zvětšovat a v důsledku toho se také začne s časem zmenšovat časové zpoždění obvodu  $ZO_1$ . Výsledkem bude tedy změna směru vodorovné složky pohybu míče, tj. míč se po zásahu raketou pravého hráče začne pohybovat zprava doleva.

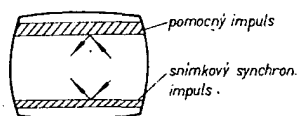
Zcela analogicky tomu bude, vyskytnou-li se výstupní signály z obrazových generátorů míče a rakety levého hráče (výstupy z hradel **a**, **b**) současně na vstupech NAND hradla **f** (zásah míče raketou levého hráče). Potom se změni jeho výstupní úroveň z log. 1 na log. 0. Protože výstup hradla je připojen na vstup „nulování“ klopného obvodu  $BO_2$ , změni se současně i stav tohoto obvodu. Znamená to tedy, že úroveň na výstupu  $Q$  obvodu  $BO_2$  přejde z log. 1 na log. 0 a v důsledku toho, jak již bylo řečeno dříve, bude se míč pohybovat zleva doprava.



Nebude-li zasažen míč raketou levého nebo pravého hráče, stav klopného obvodu  $BO_2$  se nezmění a integrátor  $I_2$  přejde do nasyceného stavu. To neznamená nic jiného, než že se míč přestane pohybovat ve vodorovném směru a bude se pohybovat střídavě nahoru a dolů při pravém nebo levém okraji obrazovky (podle toho, kterému z hráčů se nepodařilo zasáhnout raketou míč). Aby se míč dostal znovu do hry, je nutné zahrát podání a tak vlastně obnovit vodorovný pohyb míče.

Změna směru pohybu míče ve svislém směru se ovládá podobně jako změna pohybu ve vodorovném směru. Rozdíl je, že ke změně svislého směru dochází při dotyku míče s vrchním nebo spodním okrajem obrazovky.

Pro změnu směru pohybu míče při dotyku se spodním okrajem obrazovky se využívá té skutečnosti, že na konci každého snímku je vyslán snímkový synchronizační impuls, který vytváří při spodním konci obrazovky černý vodorovný pruh, od kterého se může míč odrazet (obr. 58).



Obr. 58. Odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky

Víme, že od snímkového synchronizačního impulsu je odvozena svislá poloha míče, proto ke změně směru pohybu míče je nutno využít vždy až následujícího synchronizačního impulsu. V tomto případě je přiveden snímkový synchronizační impuls na jeden vstup NAND hradla  $d$  a na druhý vstup je přiveden obrazový signál míče. Předpokládáme, že stav klopného obvodu  $BO_1$  je takový, že na jeho výstupu  $Q$  je úroveň log. 0. Na výstupu integrátoru  $I_1$  je pak napětí, které se časem zmenšuje. V důsledku toho se bude časově zpoždění obvodu  $ZO_2$  zvětšovat a míč se bude pohybovat shora dolů. Míč se bude pohybovat tak dlouho tímto směrem, dokud se nedostane ke spodnímu okraji obrazovky. Pak nastane stav, při němž budou na vstupech hradla  $d$  současně snímkový synchronizační impuls a obrazový signál míče. To znamená, že výstupní úroveň hradla  $d$  přejde z log. 1 do log. 0. Vzhledem k tomu, že výstup hradla  $d$  je připojen na vstup „nastavení“ klopného obvodu  $BO_1$ , přejde signál na jeho výstupu  $Q$  z úrovně log. 0 na úroveň log. 1. Výstupní napětí z integrátoru  $I_1$  se začne zvětšovat a důsledkem bude, že časově zpoždění obvodu  $ZO_2$  se bude zmenšovat. To znamená, že se změní smysl směru svislé složky pohybu a míč se začne pohybovat směrem nahoru.

Dosáhnout změny směru svislé složky při dotyku míče s horním okrajem obrazovky (tj. odrazu míče od vrchního okraje obrazovky) je poněkud obtížnější, protože míč při pohybu směrem nahoru nikdy nedosáhne takové polohy, při níž by se dotkl černého pruhu, který vytváří snímkový synchronizační impuls u vrchního okraje obrazovky. Na rozdíl od předcházejícího případu se zde jedná o snímkový synchronizační impuls, od něhož je přímo odvozena svislá poloha míče (v předchozím případě se jednalo vždy až o následující synchronizační impuls). To znamená, že pokud by se měl míč dotknout vodorovného černého pruhu, vytvořeného uvedeným synchronizačním impulsem u horního okraje obrazovky, bylo by nutné dosáhnout nulového časového zpoždění u zpožďovacího obvodu  $ZO_2$ . Nulové zpoždění nelze u použitého typu zpožďovacího obvodu dosáhnout z principiálních důvodů (čím více se totiž zpoždění blíží k nule, tím více se zmenšuje úroveň

výstupního signálu, až je nakonec nulová a to ještě dříve, než nastane nulové časové zpoždění). Je proto nutné postupovat poněkud odlišným způsobem.

Pro změnu směru pohybu míče svislé složky pohybu u vrchního okraje obrazovky použijeme dotyk míče a pomocného pruhu, který je umístěn u vrchního okraje obrazovky. Výška pomocného pruhu je volena tak, aby byla bezpečně zaručena možnost odrazu míče, tj. aby míč se mohl dotknout uvedeného pruhu při minimálním časovém zpoždění, které je schopen zaručit použitý zpožďovací obvod (obr. 58). Pomocný pruh je generován monostabilním obvodem  $MO_7$ , který je spouštěn snímkovými synchronizačními impulsy. Výstupní impuls z obvodu  $MO_7$  je přiveden na jeden vstup NAND hradla  $e$ . Na druhý vstup hradla  $e$  je potom přiveden obrazový signál míče. Budou-li se uvedené signály vyskytovat na vstupech tohoto hradla současně (dotyk míče a pomocného pruhu), potom úroveň na jeho výstupu přejde z log. 1 do log. 0. Protože výstup hradla  $e$  je připojen na vstup „nulování“ bistabilního klopného obvodu  $BO_1$ , změní se úroveň na jeho výstupu  $Q$  z log. 1 na log. 0 a výstupní napětí z integrátoru  $I_1$  se tedy začne zmenšovat. To znamená, že se časově zpoždění obvodu  $ZO_2$  bude zvětšovat a že se změní smysl svislé složky pohybu míče – míč se začne pohybovat shora dolů.

Dalším požadavkem na změnu svislého směru je, aby hráč při zásahu míče raketou měl možnost volby, zda se míč po zásahu bude pohybovat nahoru nebo dolů. Za tímto účelem jsou výstupy z hradel  $f$  a  $g$  přivedeny přes slučovací obvod  $SO$  na hodinový vstup klopného obvodu  $BO_1$ . Při každém zásahu míče raketou pravého nebo levého hráče je tedy přiveden impuls z výstupu hradel  $f$  nebo  $g$  na hodinový vstup obvodu  $BO_1$ . Potom v závislosti na hráčem předvolitelné úrovni na vstupu  $D$  obvodu  $BO_1$  bude se měnit (podle pravdivostní tabulky obvodu  $BO_1$ ) smysl svislého pohybu míče po zásahu raketou. Pokud se míč pohybuje například shora dolů, bude mít výstup  $Q$  obvodu  $BO_1$  úroveň log. 0. Jestliže hráč před zásahem raketou předvolí na vstupu  $D$  obvodu  $BO_1$  úroveň log. 0, zůstane po zásahu (tj. po přivedení hodinového impulsu do obvodu  $BO_1$ ) jeho stav nezměněn, tj. míč se po zásahu raketou bude pohybovat opět shora dolů. Po předvolbě na úrovni log. 1 se po zásahu stav obvodu  $BO_1$  změní, tj. na jeho výstupu  $Q$  bude po zásahu úroveň log. 1 a míč se začne pohybovat zdola nahoru.

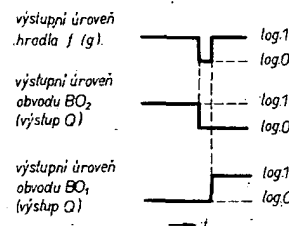
Podobně tomu bude, pohybuje-li se míč před zásahem zdola nahoru. Je-li předvolena na vstupu  $D$  úroveň log. 0, změní se po zásahu míče raketou úroveň výstupu  $Q$  z úrovně log. 1 na úroveň log. 0. To znamená, že míč po odrazu mění směr svislého pohybu a bude se pohybovat obráceně, tj. shora dolů. Pokud je v tomto případě předvolena na vstupu  $D$  úroveň log. 1, zůstane po zásahu míče raketou signál na výstupu  $Q$  obvodu  $BO_1$  na úrovni log. 1, tj. míč po zásahu nebude měnit smysl svislého pohybu a bude se pohybovat opět zdola nahoru.

Při předvolbě úrovně na vstupu  $D$  obvodu  $BO_1$  musíme dodržet důležitou podmínku: každý z hráčů musí mít možnost nezávislé předvolby bez ohledu na to, jakou předvolbu zvolil protihráč. Proto je vstup  $D$  obvodu  $BO_1$  připojen na výstup AND hradla  $h$ ; na jehož vstupy jsou přivedeny přes tlačítkové spínače  $S_1$  a  $S_2$  výstupy  $Q$  a  $\bar{Q}$  obvodu  $BO_2$ . Tlačítka jsou umístěna na ovládacím pultu levého, popř. pravého hráče. Po zásahu míče raketou levého hráče změní se úroveň výstupu  $Q$  obvodu  $BO_2$  z úrovně log. 1 na úroveň log. 0 a výstup  $\bar{Q}$  z log. 0 na log. 1. Podobně při zásahu míče raketou pravého hráče změní se úroveň výstupu  $Q$  tohoto obvodu z úrovně

log. 1 na úroveň log. 0 a výstup  $\bar{Q}$  z log. 0 na log. 1.

Vzhledem k tomu, že výstup  $\bar{Q}$  obvodu  $BO_2$  je připojen přes tlačítko pravého hráče k jednomu vstupu hradla  $h$  a výstup  $Q$  přes tlačítko levého hráče na druhý vstup, může každý z hráčů stisknutím svého tlačítka zavést úroveň log. 0 na vstup  $D$  obvodu  $BO_1$ , pouze při zásahu míče raketou. Pokud tlačítko není stisknuto, zavádí se na vstup  $D$  úroveň log. 1.

Zde s výhodou využíváme té skutečnosti, že hodinový vstup obvodu  $BO_1$  je ovládán náběžnou hranou řídicího impulsu, zatímco vstupy „nastavení“ a „nulování“ obvodu  $BO_2$  jsou ovládány sestupnou hranou impulsu. Vzhledem k tomu, že jsou výstupní impulsy z hradel  $f$  a  $g$  záporné, změní se při zásahu míče raketou nejprve stav obvodu  $BO_2$  a teprve potom náběžná hrana impulsu na hodinovém vstupu obvodu  $BO_1$  může vyvolat změnu stavu obvodu  $BO_1$  tak, jak je to znázorněno na obr. 59. Tímto způsobem je



Obr. 59. Časový průběh impulsů při předvolbě svislé složky pohybu míče

zaručeno, že v okamžiku, v němž jeden z hráčů zasáhne svou raketou míč, může protihráč svou předvolbou zavést na vstup hradla  $h$  vždy úroveň log. 1 a to bez ohledu na to, zda stiskl své tlačítko či nikoli. Protože z pravdivostní tabulky vyplývá, že výstup hradla AND má úroveň log. 1 pouze tehdy, mají-li také oba vstupy úroveň log. 1 (při všech ostatních variantách vstupních signálů je na výstupu úroveň log. 0), bude výstupní signál z hradla  $h$  vskutku závislý pouze na předvolbě hráče, který svou raketou právě zasáhl míč.

Zmínili jsme se již o tom, že hra je zahájena podáním jednoho z hráčů. Podávat může pouze ten hráč, na jehož straně se pohybuje míč střídavě nahoru a dolů. Aby realizace podání byla co nejjednodušší, jsou obvody vodorovného posuvu levé a pravé rakety nastaveny tak, aby hráči nemohli dosáhnout takové polohy rakety, při níž by došlo k dotyku rakety pohybujeícím se míčem u levé nebo pravé strany obrazovky. Chce-li například levý hráč zahrát podání, umístí svou raketu co nejvíce doleva. V tomto případě se bude míč pohybovat střídavě nahoru a dolů asi ve vzdálenosti 5 mm vlevo od rakety levého hráče. Stiskne-li levý hráč tlačítko „podání“, raketa se pouze krátkodobě posune směrem doleva a to bez ohledu na to, jak dlouho bude tlačítko stisknuto. Stiskneme-li tlačítko právě ve chvíli, kdy je míč ve stejné výšce jako raketa, míč se dotkne rakety. Tím se změní stav klopného obvodu  $BO_2$  a míč se začne pohybovat zleva doprava a je tak vlastně zahájena hra (hráč servíroval).

Podobným způsobem může uskutečnit podání pravý hráč. Rozdíl je pouze v tom, že v tomto případě je nutné umístit raketu zcela vpravo a stisknutím tlačítka „podání“ dojde opět ke krátkodobému posuvu rakety, tentokrát ovšem vpravo.

Na první pohled je vidět, že v závislosti na svislé poloze rakety můžeme volit místo podání. Podobně můžeme předvolbou úrovně vstupu D obvodu BO<sub>1</sub> volit, zda se míč bude po podání pohybovat směrem nahoru či dolů.

### Popis zapojení

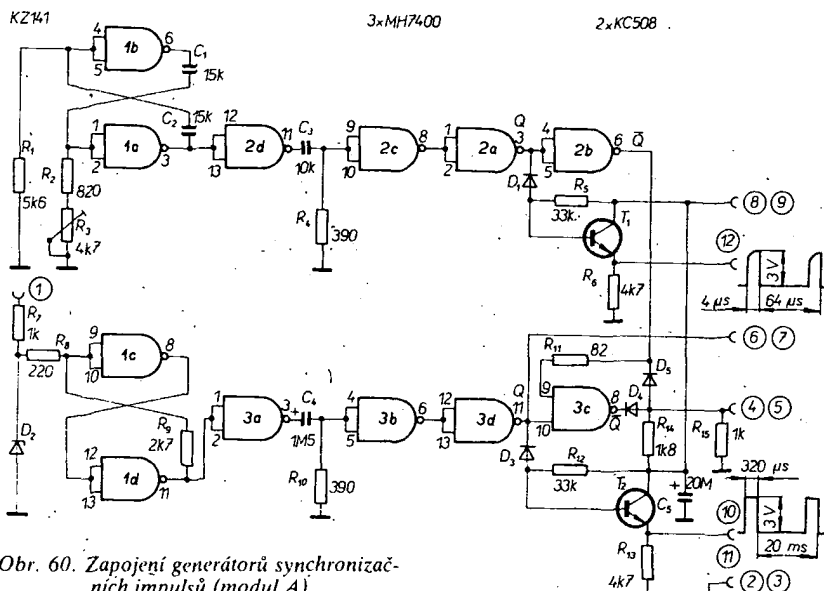
Jak vlastní zapojení, tak i celá konstrukce přístroje jsou rozděleny do šesti základních modulů (A až G). Modul A obsahuje generátory řádkových a snímkových synchronizačních impulsů. Moduly C, D a B obsahují obrazové generátory rakety levého hráče, rakety pravého hráče a konečně obrazový generátor míče. Modul označený E obsahuje obvody k ovládání pohybu míče a tvoří tak vlastní program hry. Modul F obsahuje vysokofrekvenční generátor a modul G je napájecí zdroj.

Na obr. 60 je zapojení modulu A. Obvodem, který určuje kmitočet řádkových synchronizačních impulsů, je astabilní multivibrátor s hradly 1a, 1b. Kmitočet se přesně nastavuje trimrem R<sub>3</sub>. Astabilní multivibrátor spouští monostabilní klopný obvod (hradla 2a až 2d), generující impulsy požadované délky. Délka těchto impulsů je závislá na časové konstantě  $\tau_1 = R_1 C_1$ . Z výstupu Q klopného obvodu jsou kladné impulsy vyvedeny přes oddělovací tranzistor T<sub>1</sub> na konektor (kontakt 12).

U generátoru snímkových synchronizačních impulsů je ke spouštění monostabilního klopného obvodu (hradla 3a až 3d) využito s výhodou střídavého napětí o kmitočtu 50 Hz, které je za tímto účelem přivedeno ze sekundárního vinutí síťového transformátoru do bodu 1. Po základním omezení Zenerovou diodou D<sub>2</sub> se napětí tvaruje Schmittovým klopným obvodem (hradla 1c, 1d). Výstupním signálem Schmittova klopného obvodu je pak spouštěn monostabilní obvod. Délka výstupních impulsů je v tomto případě závislá na časové konstantě  $\tau_2 = R_{10} C_4$ . Podobně jako v předcházejícím případě jsou kladné impulsy z výstupu Q monostabilního klopného obvodu přivedeny přes oddělovací tranzistor T<sub>2</sub> na konektor (kontakty 10 a 11).

Z výstupu Q řádkového monostabilního obvodu jsou přivedeny záporné řádkové synchronizační impulsy na vstup 9 hradla 3c ve snímkovém monostabilním obvodu. V důsledku toho budou řádkové impulsy tvořit hluboké výseče do snímkových impulsů a je tak jednoduše zajištěno, že řádkové synchronizační impulsy budou obsaženy v synchronizační směsi i v průběhu snímkového synchronizačního impulsu.

Dále jsou výstupy Q jak řádkového, tak snímkového monostabilního klopného obvodu připojeny přes diodu D<sub>4</sub> a D<sub>5</sub> na odpor R<sub>14</sub> a R<sub>15</sub>. Jmenované součástky tvoří směšovač obrazových signálů a synchronizačních impulsů. Úroveň černé barvy se dosáhne, budou-li mít výstupy Q řádkového a snímkového klopného obvodu úroveň log. 1 a budou-li mít současně obrazové signály raket a míče, které jsou přivedeny na odpory R<sub>14</sub> a R<sub>15</sub> přes diody D<sub>8</sub>, D<sub>13</sub> a D<sub>16</sub>, úroveň log. 0. Potřebné předpětí pro směšovací diody D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>, D<sub>8</sub>, D<sub>13</sub> a D<sub>16</sub> je vytvořeno odporovým děličem R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> a je přibližně 1,8 V. Synchronizační impulsy na výstupu směšovače se mohou tedy vyskytovat pouze pod úrovní, danou předpětím, tj. odporovým děličem R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub>. Na druhé straně je amplituda synchronizačních impulsů omezena úrovní log. 0 + U<sub>D</sub> ≈ 1 V. Úroveň log. 0 zde vyjadřuje maximální amplitudu záporných synchronizačních impulsů na výstupech Q příslušných klopných



Obr. 60. Zapojení generátorů synchronizačních impulsů (modul A)

obvodů a U<sub>D</sub> vyjadřuje napěťový posuv této amplitudy na diodě D<sub>4</sub>, popř. D<sub>5</sub>. To znamená, že amplituda záporných synchronizačních impulsů bude:

$$U_s = U_p - 1 \text{ V} \quad [\text{V}; \text{V}]$$

kde U<sub>p</sub> je předpětí, určené odpory R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub>.

Obrazové impulsy se budou vyskytovat na výstupu směšovače pouze nad úrovní U<sub>p</sub>. Na druhé straně bude amplituda těchto impulsů omezena úrovní

$$\log. 1 - U_D \approx 2,5 \text{ V};$$

úroveň log. 1 zde vyjadřuje maximální amplitudu kladných obrazových impulsů na výstupech obrazových generátorů a U<sub>D</sub> pak vyjadřuje posuv této úrovně na diodách D<sub>8</sub>, D<sub>13</sub>, D<sub>16</sub>. To znamená, že amplituda kladných obrazových impulsů bude

$$U_u = 2,5 \text{ V} - U_p \quad [\text{V}; \text{V}]$$

Z výše uvedených vztahů vyplývá, že pro napětí U<sub>p</sub> musí platit

$$1 \text{ V} < U_p < 2,5 \text{ V} \quad [\text{V}; \text{V}]$$

Změnou předpětí U<sub>p</sub> v uvedeném intervalu je pak možno vhodně nastavit úroveň černé.

Z výstupu emitorových sledovačů T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> jsou přivedeny kladné synchronizační impulsy přes zpěťovací obvody k příslušným monostabilním klopným obvodům, které ge-

nerují svislé a vodorovné složky obrazových signálů raket a míče.

Všechny zpěťovací obvody jsou stejné pokud jde o zapojení a liší se pouze hodnotami použitých součástek.

Činnost zpěťovacích obvodů si vysvětlíme na obvodu ZO<sub>3</sub>. Kolektorový proud tranzistoru T<sub>10</sub> (obr. 61) je závislý na proudu báze, který je ve statickém stavu určen odporem R<sub>34</sub> a napájecím napětím. Odpor R<sub>34</sub> je volen tak, aby tranzistor T<sub>10</sub> byl v nasyceném stavu. Na jeho kolektoru je tedy nulové napětí, nebo jinak řečeno, na kolektoru T<sub>10</sub> je úroveň log. 0.

Na katodu diody D<sub>12</sub> je přivedeno přes odpor R<sub>33</sub> z potenciometru R<sub>76</sub> kladné předpětí U<sub>R</sub> (maximálně 2,5 V). Pokud je tranzistor T<sub>1</sub> právě uzavřen, je napětí na anodě D<sub>12</sub> zmenšeno pouze o napětí U<sub>BE</sub> přechodu báze-emitor tranzistoru T<sub>10</sub>. Při náběžné hraně kladného snímkového synchronizačního impulsu přechází tranzistor T<sub>1</sub> do vodivého stavu a s ním také dioda D<sub>12</sub>.

Pokud bude dioda D<sub>12</sub> ve vodivém stavu, bude v bodě A (na katodě D<sub>12</sub>) napětí

$$U_A = U_{BH} - U_{BE T1} - U_{D12} \approx 3,6 \text{ V},$$

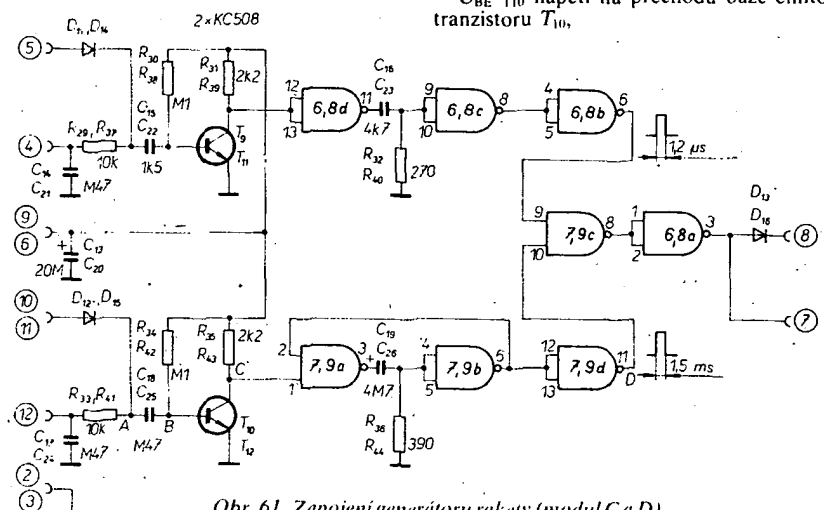
a v bodě B (na bázi tranzistoru T<sub>10</sub>) bude napětí

$$U_{BH} = U_{BE T10} \approx 0,6 \text{ V},$$

kde U<sub>BH</sub> je napájecí napětí (U<sub>BH</sub> = 5 V).

U<sub>BE T1</sub> napětí na přechodu báze-emitor tranzistoru T<sub>1</sub>.

U<sub>BE T10</sub> napětí na přechodu báze-emitor tranzistoru T<sub>10</sub>.



Obr. 61. Zapojení generátoru rakety (modul C a D)

$U_{D12}$  napětí na přechodu anoda-katoda diody  $D_{12}$  (ve vodivém stavu).

Na kondenzátoru  $C_{18}$  je potom napětí

$$U_{C18} = U_A - U_B \approx 3 \text{ V.}$$

Při sestupné hraně snímkového synchronizačního impulsu přejde tranzistor  $T_1$  a s ním i dioda  $D_{12}$  do nevodivého stavu. Napětí v bodě A bude mít nyní původní velikost  $U_R$ , určenou nastavením potenciometru  $R_{76}$ . To znamená, že při uzavření diody  $D_{12}$  se v bodě A zmenšilo napětí o  $U_A - U_R$ . Vzhledem k tomu, že kondenzátor  $C_{18}$  je stále nabit na  $U_{C18} \approx 3 \text{ V}$ , bude o toto napětí v bodě B napětí menší než v bodě A. Pro napětí v bodě B bude tedy nyní platit:

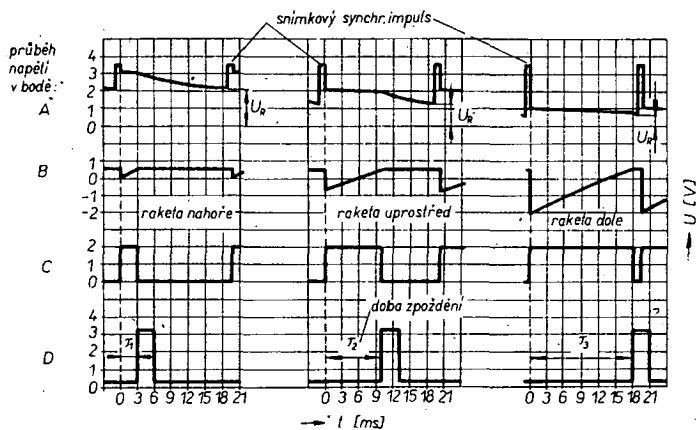
$$U_B = U_A - 3 \text{ V} = U_R - 3 \text{ V} \quad [\text{V}; \text{V}]$$

Jak bylo již řečeno, regulační napětí  $U_R$  může být maximálně 2,5 V. To znamená, že v tomto případě bude napětí  $U_B$  v bodě B záporné. V důsledku toho bude tranzistor  $T_{10}$  v nevodivém stavu. Kondenzátor  $C_{18}$  se nyní začne nabíjet přes odpor  $R_{34}$ . Napětí v bodě B se začne zvětšovat směrem ke kladným hodnotám tak dlouho, až dosáhne asi +0,7 V. Tranzistor  $T_{10}$  přejde do vodivého stavu a napětí na jeho kolektoru se zmenší k nule. Záporný napěťový skok na kolektoru tranzistoru  $T_{10}$  pak přepoklopí monostabilní klopný obvod  $MO_4$  (hradla 7a, 7b, 7d), na jehož výstupu se objeví kladný impuls žádané délky, ale posunut v čase od výchozího snímkového impulsu o dobu, po níž se nabíjí kondenzátor  $C_{18}$  ze záporného napětí  $U_R - 3 \text{ V}$  na kladné napětí asi 0,7 V. Na první pohled je tedy vidět, že zpoždění bude záviset na času potřebném k nabití kondenzátoru  $C_{18}$  na takovou úroveň, při níž se  $T_{10}$  otevře. Čím více bude nabit kondenzátor  $C_{18}$  směrem k zápornému napětí, tím déle bude trvat jeho nabití na +0,7 V a tím větší bude také časový posuv výstupního impulsu proti výchozímu snímkovému impulsu. Náboj kondenzátoru  $C_{18}$  bude „nejzápornější“, pokud  $U_R = 0$ . V tomto případě bude  $U_B = -3 \text{ V}$  a časové zpoždění bude maximální. Bude-li  $U_R = 2,5 \text{ V}$ , potom bude  $U_B = -0,5 \text{ V}$  a časové zpoždění bude minimální. Na obr. 62 jsou znázorněny průběhy napětí v důležitých bodech zpozdovacího obvodu v závislosti na velikosti regulačního napětí  $U_R$ .

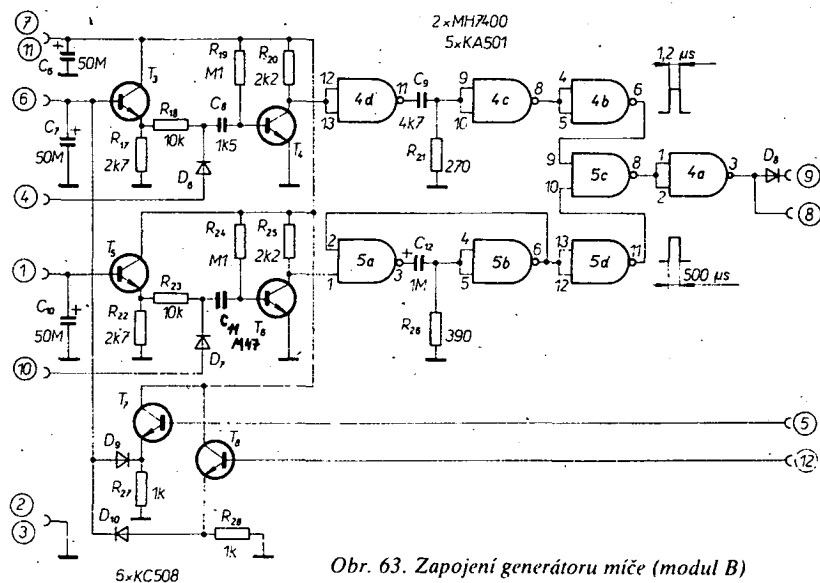
Výše popsaným způsobem, tj. změnou napětí na katodě diody  $D_{12}$ , je dosaženo změny časového zpoždění. Jak již bylo řečeno, funkce všech zpozdovacích obvodů je stejná, pouze hodnoty použitých součástek jsou odlišné. Zásadní rozdíl je pouze ve způsobu změny regulačního napětí  $U_R$ . V případě raket se  $U_R$  mění ručně (potenciometrem), v případě míče musí být změna napětí  $U_R$  automatická.

Vodorovná složka pohybu míče je ovládána bistabilním klopným obvodem  $BO_2$  (11b na obr. 64), na jehož výstupu Q je zapojen integrátor  $I_2$ . Integrátor  $I_2$  je tvořen kondenzátorem  $C_7$  (obráz. 63), potenciometrem  $R_{16}$  a odporem  $R_{69}$  (obráz. 68). Má-li obvod 11b na svém výstupu Q úroveň log. 1, bude se kondenzátor  $C_7$  nabíjet přes odpor  $R_{16}$  a  $R_{69}$  směrem k úrovni log. 1. To znamená, že i na emitoru oddělovacího tranzistoru  $T_3$  se bude napětí spojitě zvětšovat. Vzhledem k tomu, že se toto napětí přivádí přes odpor  $R_{18}$  na katodu diody  $D_6$ , bude se zpoždění zmenšovat spojitě a míč se bude pohybovat zprava doleva.

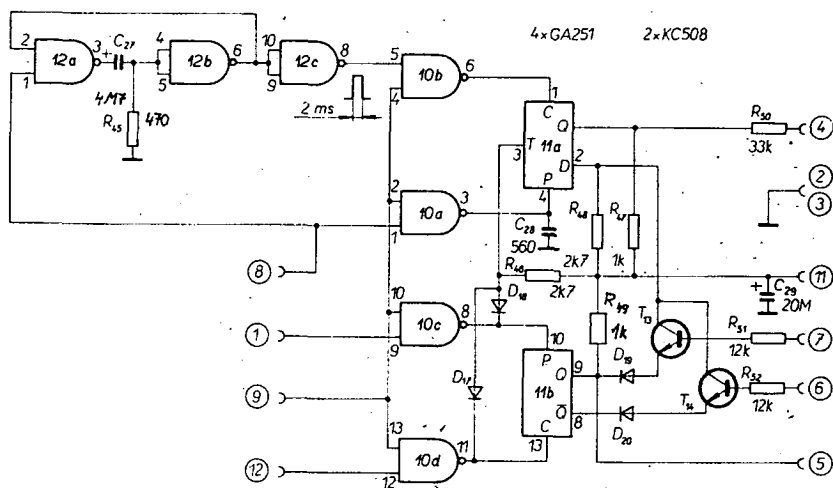
Bude-li naproti tomu výstup Q obvodu 11b na úrovni log. 0, potom se  $C_7$  bude vybíjet přes odpory  $R_{16}$  a  $R_{69}$ , napětí na emitoru  $T_3$  se bude spojitě zmenšovat a zpoždění se bude zvětšovat, tj. míč se bude pohybovat zleva doprava. Rychlost nabíjení



Obr. 62. Průběhy napětí v důležitých bodech zpozdovacího obvodu



Obr. 63. Zapojení generátoru míče (modul B)



Obr. 64. Zapojení obvodu ovládajícího pohyb míče (modul E)

kondenzátoru  $C_7$  určuje vodorovnou složku rychlosti pohybu míče a může být ovládána nastavením potenciometru  $R_{16}$ , který je umístěn na předním panelu přístroje.

Svislý pohyb míče je ovládán analogicky bistabilním klopným obvodem 11a, integračním členem  $R_{50}$  (obráz. 64) a kondenzátorem  $C_{10}$  (obráz. 63). Jistou zvláštností je pouze použití kondenzátoru  $C_{28}$ , který zajišťuje, že se po zapnutí přístroje bude míč vždy pohybovat zdola nahoru. Nebo jinými slovy: po zapnutí přístroje bude vždy obvod 11a ve stavu, při němž bude na jeho výstupu Q úroveň log. 1. Pokud bychom kondenzátor  $C_{28}$

nepoužili, mohlo by po zapnutí přístroje dojít k takovému stavu, při němž by míč zůstal u vrchního nebo spodního okraje obrazovky, aniž by se odrazil zpět do hracího pole a hra by nemohla být vůbec zahájena.

Na tomto místě je nutné poznamenat, že hradla AND, znázorněná v blokovém zapojení na obr. 57, jsou ve skutečném zapojení nahrazena běžnými hradly NAND. Tato

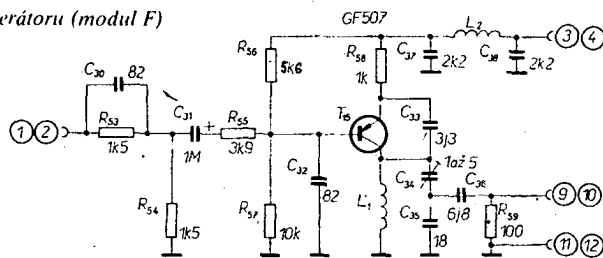
zaměna je zdůvodněna na jiném místě. Skutečné zapojení je uvedeno na obr. 63. V obrazovém generátoru míče jsou monostabilní klopné obvody  $MO_1$  a  $MO_2$  realizovány pomocí hradel 4d, 4c, popř. 5a, 5b. Z výstupu  $Q$  monostabilních obvodů (výstupy hradel 4c a 5b) je signál přiveden na vstup hradla NOR, realizovaného hradly NAND 4b, 4a, 5d, 5c.

Na desce s plošnými spoji modulu E je také zapojen obvod, umožňující předvolbu směru svislé složky pohybu míče po zásahu rakety. Slučovací obvod SO je zde realizován diodami  $D_{17}$  a  $D_{18}$  (na první pohled je vidět, že uvedený slučovací obvod splňuje logickou funkci AND). Hradlo AND h je realizováno diodami  $D_{19}$ ,  $D_{20}$  a odporem  $R_{18}$ . Tranzistory  $T_{13}$  a  $T_{14}$  zde plní pouze pomocnou funkci. Na jejich místě je totiž možno zapojit již přímo spínače, umožňující vlastní předvolbu. Tranzistory  $T_{13}$  a  $T_{14}$  pouze umožňují ušetřit jeden z vodičů, přiváděných z vlastního přístroje do ovládacích pultů jednotlivých hráčů. Ušetření jednoho vodiče pak na druhé straně umožňuje použít na výstupu vlastního přístroje běžné nízkofrekvenční pětikolíkové konektory. Stiskneme-li některý z hráčů své tlačítko, přivede se kladné napětí k bázi tranzistoru  $T_{13}$  nebo  $T_{14}$  a lze tedy zavést úroveň log. 0 z výstupu  $Q$  nebo  $\bar{Q}$  obvodu 11b do vstupu D obvodu 11a.

Jak již bylo dříve řečeno, k odrazu míče od vrchního okraje obrazovky se používá odraz míče od pomocného pruhu, který je generován monostabilním klopným obvodem  $MO_2$ . Vlastní klopný obvod je ve skutečnosti realizován hradly 12a, 12b. K zajištění správné funkce klopného obvodu a dalších obvodů připojených k jeho výstupu slouží hradlo 12c ve funkci invertoru. Zde je také nutno upozornit, že hradla označená na blokovém zapojení jako a, b, c, d jsou na obr. 64 označena jako 10a, 10b, 10c, 10d.

Dále je ještě vhodné vysvětlit funkci obvodů, které určují vzdálenost míče, který není právě ve hře, od levého nebo pravého okraje obrazovky. Víme již, že míč, není-li ve hře (tj. po zapnutí přístroje nebo nezasáhl-li jej některý z hráčů svou raketou), bude se pohybovat při levém nebo pravém okraji obrazovky. Kdybychom neměli v tomto případě v modulu B obrazového generátoru míče žádný obvod, který by vymezoval vodorovnou složku pohybu míče, potom by míč vůbec nebyl na obrazovce vidět. Byl by totiž buď úplně vlevo nebo úplně vpravo, ale vždy mimo viditelnou část plochy obrazovky. Je proto nutné nějakým způsobem zaručit, aby výstup z integrátoru  $I_2$  nebyl nikdy v nasyceném stavu. Za tímto účelem jsou v modulu B zapojeny obvody s tranzistorem  $T_8$  a  $T_7$ . Nastavitelným předpětím báze  $T_7$  můžeme omezit maximální výstupní napětí z integrátoru  $I_2$  na vhodnou velikost. Tímto způsobem omezíme také minimální velikost zpoždění obvodu  $ZO_1$  a tím i také vodorovnou vzdálenost míče od levého okraje obrazovky v uvažovaném případě, tj. pokud není míč ve hře. Potřebnou velikost předpětí nastavujeme potenciometrem  $R_{68}$ , který je umístěn na panelu přístroje. Podobně nastavitelným předpětím na bázi tranzistoru  $T_8$  omezíme vhodně minimální velikost výstupního napětí z integrátoru  $I_2$ . Omezíme tak maximální zpoždění obvodu  $ZO_1$  na velikost, která je potřebná k tomu, aby míč v uvažovaném případě zůstal v jisté vzdálenosti od pravého okraje obrazovky. Tuto vzdálenost nastavíme trimrem  $R_{65}$ , který je rovněž jako  $R_{68}$  umístěn na předním panelu přístroje. Vhodná velikost míče od levého nebo pravého

Obr. 65. Zapojení vf generátoru (modul F)

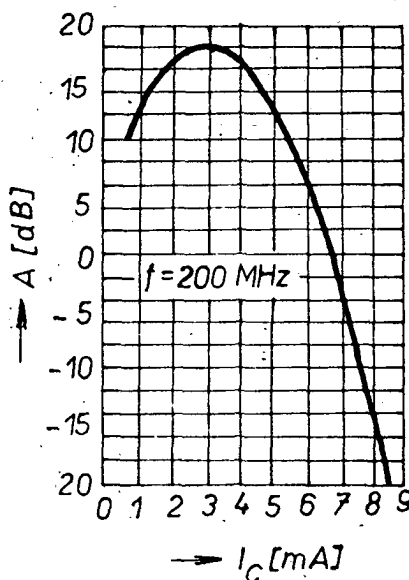


okraje obrazovky je asi jeden až dva centimetry.

Na obr. 65 je dále zapojení modulu F – obvodů vysokofrekvenčního oscilátoru. Tranzistor  $T_{15}$  pracuje v zapojení se společnou bází a zpětná vazba se zavádí kondenzátorem  $C_{33}$ , zapojeným mezi kolektor a emitor. Kmitočet oscilátoru je určen indukčností cívky  $L_1$  a kapacitami kondenzátorů  $C_{33}$ ,  $C_{34}$ ,  $C_{35}$  a vnitřními kapacitami tranzistoru  $T_{15}$ .

Výstupní napětí oscilátoru se odebrá z kapacitního děliče  $C_{34}$ ,  $C_{35}$  a přes kondenzátor  $C_{36}$  je přivedeno na konektor (vývod 9, 10). Odpor  $R_{59}$  upravuje výstupní impedanci na obvyklých 68  $\Omega$ . Úplný televizní signál, kterým je amplitudově modulován oscilátor, je přiveden na korekční obvod  $R_{53}$ ,  $R_{54}$ ,  $C_{30}$  a přes ochranný odpor  $R_{55}$  na bázi tranzistoru  $T_{15}$ . Korekční obvod jednak upravuje vstupní modulační signál na vhodnou velikost, jednak kompenzuje pokles vyšších kmitočtů, způsobený integračním článkem  $R_{55}$ ,  $C_{32}$ . Kondenzátor  $C_{32}$  je zde nutný pro vysokofrekvenční uzemnění báze tranzistoru  $T_{15}$ , které je nezbytné pro správnou funkci oscilátoru. Pracovní bod tranzistoru  $T_{15}$  stabilizují odporový dělič  $R_{56}$ ,  $R_{57}$  a odpor  $R_{58}$ . Na místě  $T_{15}$  je nejlépe použít tranzistor typu GF507, v nouzi vyhoví i typ GF505.

K vlastní modulaci oscilátoru se využívá závislosti výkonového zesílení tranzistoru  $T_{15}$  na kolektorovém proudu. Na obr. 66 je



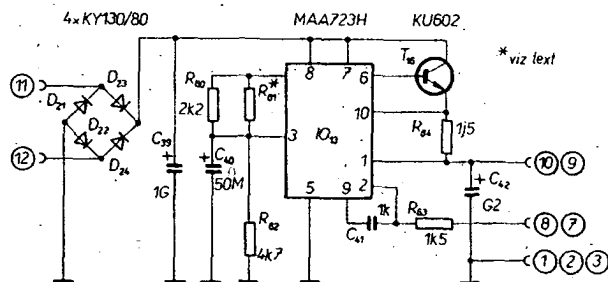
Obr. 66. Závislost zesílení tranzistoru AF139 na kolektorovém proudu

uvedena závislost výkonového zesílení tranzistoru Siemens AF139 (který můžeme považovat za ekvivalent tranzistoru TESLA GF507) na kolektorovém proudu v zapojení s uzemněnou bází. Z uvedené závislosti je vidět, že optimální pracovní bod pro tranzistor  $T_{15}$  z hlediska modulace změnou kolektorového proudu je buď při kolektorovém proudu 300 až 500  $\mu A$  nebo 5,5 mA. Nejhorší případ by nastal při kolektorovém proudu 3 mA. V okolí takto zvoleného proudu pracovního bodu by totiž nedošlo k žádné změně výstupního výkonu při změně kolektorového proudu. V popisovaném oscilátoru byl zvolen pracovní bod s menším kolektorovým proudem. Změny kolektorového proudu  $T_{15}$  lze dosáhnout změnou proudu do báze. Proud báze (a tím tedy i kolektorový proud) je určen průběhem modulačního tj. úplného televizního signálu.

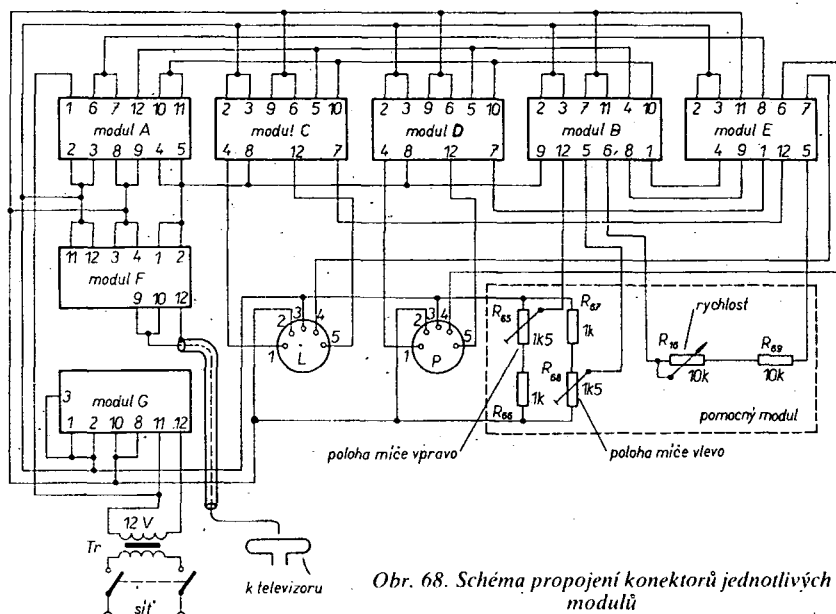
Vzhledem k tomu, že tranzistor použitý v oscilátoru je typu p-n-p, bude se výstupní výkon zmenšovat se zvětšujícím se modulačním napětím (směrem ke kladným napětím). To znamená, že modulace bude v tomto případě negativní a makety raket a míče zobrazené na obrazovce budou skutečně bílé obdelníčky na tmavém pozadí, takové, jak jsme předpokládali.

Posledním modulem v popisovaném přístroji je modul G – napájecí zdroj, jehož zapojení je na obr. 67. Je zde nutno zdůraznit, že na vlastnosti zdroje jsou kladeny velké nároky. Nestabilita výstupního napětí jednak způsobuje kmitočtovou nestabilitu generátoru řádkových synchronizačních impulsů, jednak nestabilitu zpožďovacích obvodů. Důsledkem těchto nestabilit je špatná činnost rozkladových obvodů v televizním přijímači, v krajním případě pak nemožnost zasynchronizovat obraz. Navíc nedostatečné potlačení zvlnění způsobuje deformaci obrazu. Je tedy vidět, že v tomto případě nevystačíme se zdroji, které jinak běžně vyhoví pro spolehlivou funkci logických obvodů.

Z těchto důvodů jsme se tedy rozhodli použít zdroj, využívající dobrých vlastností integrovaného stabilizátoru MAA723H, přičemž zcela postačí, použijeme-li typ s poněkud horšími parametry, prodávány pod označením MAA723H (jeho cena je proti standardnímu typu poloviční). Modul stabilizovaného zdroje se skládá z napáječe a vlastního stabilizátoru. Napáječ tvoří můstkový usměrňovač ( $D_{21}$  až  $D_{24}$ ) a filtrační kondenzátor  $C_{39}$ . Z filtračního kondenzátoru se napájí vlastní stabilizátor, tedy obvod MAA723H a výkonový tranzistor  $T_{16}$ . Vzhledem k odběru celého zapojení (asi 100 mA) by bylo možné na místě  $T_{16}$  použít tranzistor s menší kolektorovou ztrátou (případě  $T_{16}$  zcela vypustit, neboť integrovaný



Obr. 67. Zapojení napájecího zdroje (modul G)



Obr. 68. Schéma propojení konektorů jednotlivých modulů

obvod MAA723 může dodávat proud až 150 mA). Vzhledem ke koncepci celého zapojení elektronické hry (umožňující její doplňování nebo další rozšíření) jsme však úmyslně napájecí zdroj předimenzovali.

Zapojení stabilizátoru je zcela běžné, uvádí se jako součást katalogových údajů integrovaného obvodu MAA723. Za zmínku stojí pouze praktické provedení obvodu zpětné vazby. Zpětná vazba se u tohoto stabilizátoru zavádí z výstupu do invertujícího vstupu zesilovače regulační odchylky (vývod 2 obvodu MAA723). Kdybychom propojili tyto dva body přímo na destičce modulu napájecího zdroje, bude napětí za konektorem (do něhož je modul zasunut) kolísat v závislosti na přechodovém odporu konektoru a na změnách v odběru proudu. Přivedeme-li však zpětnou vazbu do integrovaného obvodu z druhé strany konektoru zvláštním kontaktem (který nebude proudově zatížen – tzv. potenciálová svorka), bude se stabilizátor snažit udržet napájecí napětí na konstantní velikosti tam, kde se výkonová a potenciálová svorka stýkají, tedy na propojovacím napájecím vedení.

Propojení jednotlivých modulů, popř. jejich konektorů je patrné z obr. 68. Pětikolíkove konektory značené jako P a L jsou určeny k připojení ovládacího pultu levého a pravého hráče.

Konečně na obr. 69 je zapojení hracích pultů jednotlivých hráčů. Potenciometr  $R_{72}$  je určen k ovládání vodorovné polohy levé rakety. Odpor  $R_{71}$  a trimr  $R_{70}$  slouží k vymezení rozsahu tohoto pohybu. Kondenzátor  $C_{43}$  a odpor  $R_{73}$  umožňují zahájit hru. Stiskneme-li totiž spínací tlačítko  $S_1$ , začne se nabíjet kondenzátor  $C_{43}$ . V důsledku toho se krátkodobě zvětší napětí na běžci potenciometru  $R_{72}$ . To znamená, že se krátkodobě zmenší časové zpoždění obvodu  $ZO_3$  a raketa levého hráče se krátkodobě posune směrem doleva. Pokud se raketa při tomto posuvu dotkne míče, který se pohybuje střídavě nahoru a dolů při levé straně obrazovky, začne se míč pohybovat směrem doprava a hra je tak zahájena levým hráčem.

Podobnou funkci mají součástky  $C_{44}$  a  $R_{81}$  pro ovládání pravé rakety. Pouze při stisknutí spínacího tlačítka  $S_2$  je funkce poněkud odlišná. Napětí na běžci potenciometru  $R_{79}$  se po stisknutí  $S_2$  na rozdíl od předešlého případu krátkodobě zmenší, což má za následek zvětšení zpoždění obvodu  $ZO_5$ . V důsledku toho se raketa pravého hráče krátkodobě posune doprava a pokud přitom dojde k dotyku rakety s míčem, začne se míč

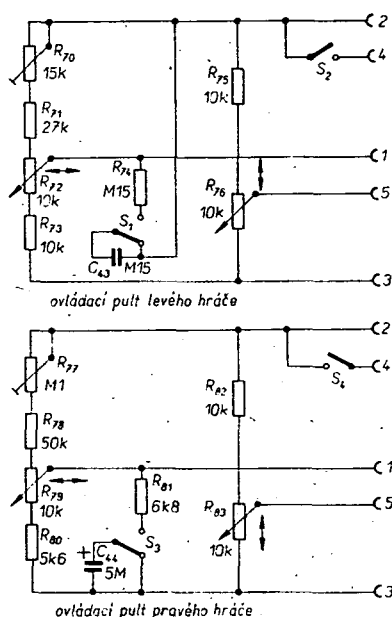
pohybovat směrem zprava doleva a hra je tak zahájena pravým hráčem.

Součástky  $R_{75}$ ,  $R_{76}$ , popř.  $R_{82}$ ,  $R_{83}$  jsou určeny k ovládání vodorovné složky polohy levé, popř. pravé rakety. Odpor  $R_{75}$  a  $R_{82}$  upravují rozsah ovládacího napětí na vhodné velikosti (asi 0 až 2,5 V).

Spínací tlačítko  $S_2$  u rakety levého hráče a  $S_1$  u rakety pravého hráče jsou určeny k předvolbě svislé složky pohybu míče při zásahu raketou.

## Stavba přístroje

Při výkladu činnosti obvodů televizní hry jsme se již zmínili o tom, že jednotlivé funkční bloky (napájecí zdroj, jednotlivé generátory atd.) jsou umístěny na zvláštních destičkách s plošnými spoji, které jsou opatřeny nožovými konektory. Destičky tak tvoří samostatné moduly, jednoduše oddělitelné od ostatních obvodů. Možná, že se tento způsob některým čtenářům bude zdát nevhodný, zbytečně prodávající náklady o cenu konektorů, někdo by mohl argumen-



Obr. 69. Zapojení ovládacích pultů

tovat spolehlivostí atd. Proti těmto námitkám stavíme jako hlavní důvod, proč jsme se rozhodli k modulové koncepci, fakt, že v této podobě poskytuje elektronická hra široké pole k uplatnění čtenářových konstruktérských schopností při dalším zdokonalování hry, které může být opravdu účelné. (O některých možnostech rozšíření se v závěru popisu ještě zmíníme). Kromě toho u modulovaného systému probíhá stavba po jednoduchých částech, což zmenšuje pravděpodobnost chyb (lepší přehlednost). Výhodou je rovněž snadná možnost oživovat jednotlivé díly postupně a na konstrukci může případně spolupracovat několik osob (možnost zkoušet destičky z jednoho přístroje ve druhém při zjišťování příčiny závad bez měřicích přístrojů). Všechny tyto výhody při návrhu všech obvodů elektronické hry na jednu desku s plošnými spoji ztrácíme.

Před zahájením stavby jednotlivých modulů si opatříme vhodný síťový transformátor, neboť jej budeme potřebovat hned zpočátku při zkoušení a seřizování modulu napájecího zdroje. Vhodný transformátor je takový, který při zátěži asi 0,3 A (abychom z něj mohli napájet i případné další doplňky) poskytuje napětí minimálně 10 V, avšak ne více než 12 V (aby se zbytečně neohřival výkonový tranzistor ve zdroji).

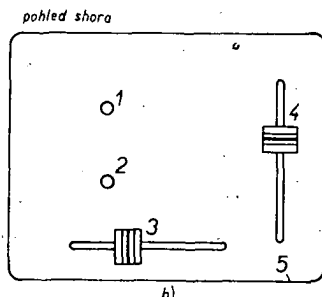
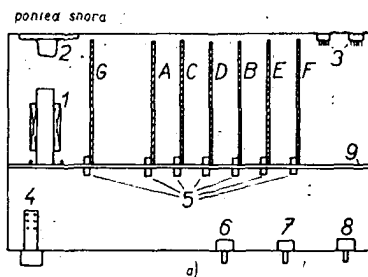
Spodní hranice sekundárního napětí transformátoru je dána použitím obvodu MAA 723H, který začíná uspokojivě pracovat až při napájecím napětí 9,5 V; určitou rezervu si necháváme pro případné zmenšení napětí v síti.

V dalším textu budeme popisovat stavbu elektronické hry tak, aby ji mohli stavět i ti zájemci, kteří disponují jen minimálním vybavením. Vycházíme z toho, že ne všichni mají k dispozici dobrý osciloskop, zato však téměř v každé domácnosti je televizor – nakonec k němu se právě elektronická hra staví. Budeme se tedy snažit při stavbě (a také při seřizování) vystačit (kromě běžného voltmetru) pouze se samotným televizorem.

Z popisu použitých obvodů již víme, že se celé zapojení skládá ze sedmi modulů, z nichž dva (moduly raket) jsou zcela shodné. Při stavbě budeme postupně osazovat a oživovat jednotlivé moduly tak aby vždy předcházející umožňovaly funkci a kontrolu dalších. Proto nejdříve postavíme a seřídíme modul napájecího zdroje, neboť bez něho by ostatní moduly nemohly pracovat. Jako druhý postavíme modul vysokofrekvenčního dílu, abychom mohli funkci dalších obvodů sledovat na televizoru. Třetí v pořadí bude modul rozkladových generátorů (generátorů synchronizačních impulsů), neboť tento modul podmiňuje funkci všech dalších modulů a kromě toho jsou na něm umístěny obvody, nastavující modulační směr impulsů na správnou úroveň. Potom si postavíme modul zkoušení a moduly obou raket, které už při zkoušení ožijí obrazovku prvními ovládatelnými obrázky. Nakonec postavíme modul pro ovládání pohybu míče a po jeho seřizení už můžeme hrát.

Při stavbě podobných zařízení se většinou postupuje tak, že se postaví a uvede do činnosti elektrická část zařízení a nakonec se zhotoví mechanická část (skříňka), do níž se obvody umístí. Velmi často to však dopadá tak, že třeba kvalitní zesilovač je „dočasně“ v krabici od bot, že některé „skrz díry“, propíchnuté tužkou, smutně vyčnívají holé hřídele potenciometrů. Abychom takovým koncům předešli a zároveň si ušetřili práci při oživování (možná i peníze za součástky zbytečně zničené náhodnými zkraty v nepřehledném chumlu drátů), připravíme si nejdříve mechanickou část přístroje, to je





Obr. 70. Mechanické provedení: a) vlastní přístroj (1 – trans., 2 – repro, 3 – nf konektory, 4 – spínač, 5 – moduly, 6, 7, 8 – potenciometry), b) ovládací puli (tlačítka 1 – podání, 2 – předvolby; 3, 4 – tahové potenciometry)

skříňku (pokud možno kovovou) s konektory.

Detailní zpracování a estetické ztvárnění skříňek ponecháme na možnostech a šikovnosti čtenářů, uvádíme pouze zjednodušený náčrtek příkladu možného uspořádání (obr. 70). Inspiraci lze čerpat z fotografií, uvedených na obálkách časopisu. Po zhotovení mechanických dílů upevníme do smontované skříňky nožové konektory, které si hned můžeme propojit tak, jak je to nakresleno na obr. 68. Zároveň podle stejného schématu zapojíme konektory pro připojení ovládacích skříňek. Nakonec do skříňky vestavíme síťový transformátor se spínačem a signální žárovku nebo doutnavku.

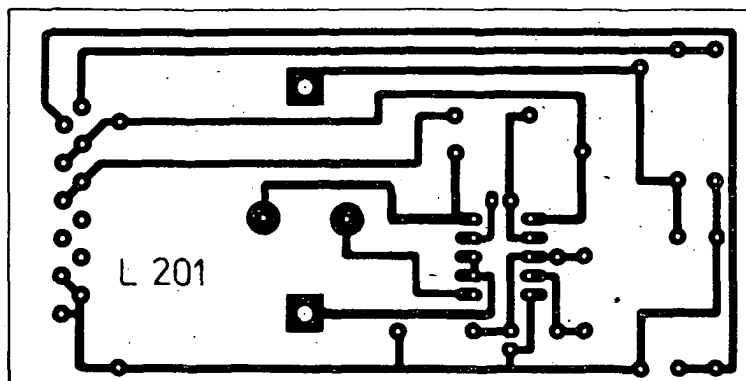
#### Stavba a seřízení modulu napájení (G)

Do příslušné destičky s plošnými spoji zapájíme podle obr. 71 všechny součástky kromě odporu  $R_{61}$ . Takto připravenou destičku zasuneme do příslušného konektoru. Na výstupní svorky zdroje připojíme odpor  $47 \Omega$  pro zatížení alespoň  $0,5 \text{ W}$  a paralelně k němu volmetr. Připojíme napájecí napětí a výběrem vhodné velikosti  $R_{61}$  nastavíme na výstupu přesně  $5 \text{ V}$  (odpor  $R_{61}$  může být v mezích  $10 \text{ k}\Omega$  až  $68 \text{ k}\Omega$ ). Tím je oživení a seřízení napájecího modulu skončeno. Kdo chce, může si ještě přezkoušet činnost elektronické pojistky změřením zkratového proudu (nejjednodušeji tak, že se paralelně k výstupu připojí ampérmetr, nastavený na rozsah  $1 \text{ A}$ ).

Nakonec ještě poznámky pro ty, kteří mají k dispozici síťový transformátor s vinutím pro dvoucestné usměrnění – v takovém případě ušetříme v napájecí dvě diody (neosazujeme pozice  $D_{21}$  a  $D_{22}$ ).

#### Stavba a seřízení vf modulu (F)

Stejně jako stavba a nastavení modulu napájení nečiní potíže ani stavba vf dílu (totéž platí i o jeho seřizování). Cívku  $L_1$  navineme na trnu o  $\varnothing$  asi  $6 \text{ mm}$ , po navinutí roztáhneme rovnoměrně závitů tak, aby rozteč vývodů byla asi  $12 \text{ mm}$ , konce drátů zkrátíme tak, aby přečnívaly přes vnější





230 MHz. Pro přenos použijeme takový kmitočet (televizní kanál), na němž se v okolí žádný televizní program nepřijímá. Nezapomeňme též, že je také třeba, aby pro omezení vyzařování byla skříňka přístroje kovová. Patřícnou pozornost věnujeme rovněž připojení k televiznímu přijímači. Velmi vhodná je pro tento účel tzv. účastnická šňůra, kterou si však musíme poněkud upravit. Z jejího konce sejmeme konektor, kterým se připojuje do krabice rozvodu televizního signálu a nahradíme ho jiným vhodným vř. kabelovým konektorem (např. konektor BNC), k němuž máme panelovou zásuvku. Nesežnete-li vhodný konektor, lze případně účastnickou šňůru spojit s přístrojem napevno přímým připojením na příslušné nože konektoru vř. modulu. K otázce volby kmitočtu pro přenos signálu hry ještě uvádíme: z obecného hlediska je vhodný kmitočet kolem 200 MHz (v oblasti kmitočtů III. televizního pásma), protože druhá harmonická leží potom mezi třetím a čtvrtým a pátým televizním pásmem. Musíme však brát na zřetel, že v některých oblastech na těchto kmitočtech pracují vykrývací vysílací a že např. v Praze se u televizních rozvodů u společných televizních antén často převádí signál druhého programu na 9. kanál.

Při seřizování bez přístrojů (tj. bez absorpčního vlnoměru nebo jiného vhodného měřicí kmitočtu) zbývá jediná možnost – samotný televizní přijímač. Po připojení televizoru k přístroji a jeho nastavení na zvolený kanál se snažíme naladit oscilátor vř. modulu na odpovídající kmitočet (průřadováním trimru  $C_{11}$ ). Naladění poznáme podle toho, že se prudce zmenší, popřípadě úplně zmizí šum v obrazu. Je-li ovládací potenciometr jasu nastaven tak, jak bývá obvyklé při sledování běžného televizního programu, pak se jas obrazovky zmenší. A to je zatím všechno, co můžeme s tímto modulem udělat a je tedy vhodné přejít k oživení dalšího modulu.

#### Modul generátorů synchronizačních impulsů (A)

Vyvrátíme díry do destičky s plošnými spoji a podle obr. 73 do ní zapájíme všechny součástky. Jediný prvek, který budeme muset nastavovat (odpor v generátoru řádkových synchronizačních impulsů), je volen jako měnitelný, parametry ostatních součástek nejsou kritické.

Předpokládáme, že modul napájení a modul vř. generátoru (vysílací) jsou již oživeny a jsou zasunuty v příslušných konektorech. Nyní tedy zasuneme na patřičné místo i modul generátorů synchronizačních impulsů a na výstup vř. modulu připojíme televizní přijímač. Na jeho obrazovce (přidáme-li jas, aby byla tmavě šedá) se pravděpodobně objeví nestabilní tmavé pruhy. Jestliže černý pruh stojí přibližně v jedné čtvrtině výšky obrazu od spodního okraje, znamená to, že nepracuje řádkový generátor, pravděpodobně vzhledem k nesprávné poloze běžce trimru  $R_3$ . Otáčením běžcem trimru  $R_3$ , se snažíme dosáhnout stabilního stavu, při němž je celá plocha obrazovky šedá. Pokud dosáhneme takového stavu, že se přes obrazovku ve svislém směru pohybují vodorovné pruhy, doladíme nejprve oscilátor vstupního dílu televizoru tak, aby tyto pruhy byly černé, potom doladíme kmitočet snímkaného rozkladu televizoru tak, aby se černý pruh zastavil na horním okraji obrazu. Šířka pruhu je závislá na velikosti obrazovky televizoru, při použití televizního přijímače s úhlopříčkou 59 cm bude čára tlustá asi 1 cm. Při „průřadování“  $R_3$  musíme mít možnost obraz „roztrhat“ do šikmých pruhů na obě strany od stabilního stavu. Ve stabilním stavu jsou snímkový i řádkový generátor televizoru synchronizovány impulsy z modulu generátorů synchronizačních impulsů.

Dále lze kontrolovat činnost synchronizačních generátorů pouze televizorem. Krátký vodič (asi 20 cm) si jedním koncem

připojíme na body 1 a 2 vř. modulu, na druhý konec připojíme katodou diodu KA206. Druhým koncem diody (anodou) se nyní budeme jako sondou dotýkat některých bodů na desce s plošnými spoji generátorů synchronizačních impulsů, přičemž budeme sledovat, co se děje na televizní obrazovce.

Připojíme-li zkušební sondu (anodu diody) na kladný pól kondenzátoru  $C_1$ , měla by být horní polovina obrazovky bílá, spodní polovina černá, přičemž u spodního okraje by černá barva měla přecházet do šedivé.

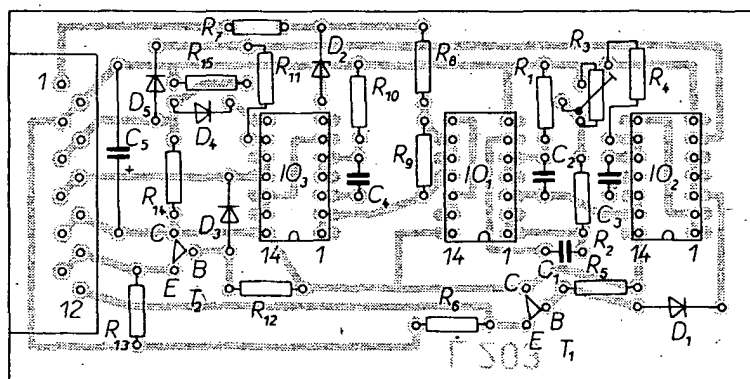
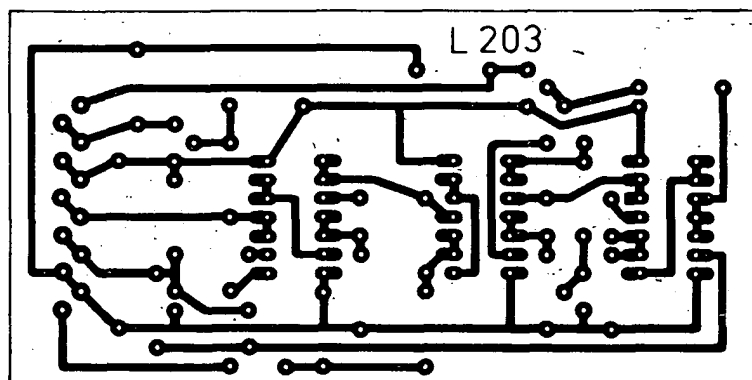
Připojíme-li sondu na odpovídající pól kondenzátoru  $C_2$  (na výstup 11 hradla 2), měla by být světle šedá zhruba levá třetina obrazovky, pravé dvě třetiny by měly být zcela černé.

Máme-li k dispozici dobrý osciloskop s vyhovujícími parametry (dostatečný kmitočtový rozsah vertikálního zesilovače, cejchovaná a spouštěná časová základna), můžeme prověřit průběhy snímkových i řádkových synchronizačních impulsů.

Doba, která uplyne od jedné náběžné hrany snímkového synchronizačního impulsu ke druhé (20 ms), je závislá na kmitočtu síťového napětí. Šířka impulsu (350  $\mu$ s) je určena kapacitou kondenzátoru  $C_4$  a odporem  $R_{10}$ ; šířku impulsu měníme jejich změnou, přičemž odchylky až  $\pm 20\%$  nejsou na závadu. Obdobně postupujeme při nastavování šířky řádkového synchronizačního impulsu (závisí na  $C_3$  a  $R_4$ ). Při seřizování řádkového generátoru můžeme též využít (při nastavování kmitočtu) čítače.

Proměříme-li modul generátorů synchronizačních impulsů osciloskopem, nepotřebujeme k této kontrole ostatní moduly, stačí pouze vhodný stabilizovaný napájecí zdroj, přičemž dbáme na to, abychom modul seřizovali při stejném napájecím napětí, jaké bude dodávat stabilizátor modulu napájení.

Pracuje-li modul generátorů synchronizačních impulsů podle popsanych požadavků, zasuneme jej do příslušného konektoru a přistoupíme k seřizování dalších dílů přístroje.



Obr. 73. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek generátoru synchronizačních impulsů (L 203)

#### Obrazový generátor míče (B)

Při stavbě a seřizování předchozích modulů jsme již získali takové zkušenosti a přehled o zapojení, že jistě nebude oživení tohoto modulu činit zvláštní potíže. Ke stavbě použijeme příslušnou destičku s plošnými spoji, kterou osadíme součástkami podle obr. 74. Do destičky však nezapájíme odpory  $R_{19}$  a  $R_{24}$ , které si zatím nahradíme odporovými trimry (např. typu TP 111) 150 k $\Omega$ . Abychom při manipulaci s trimrem nezničili tranzistory, jejichž báze jsou přes ně napájeny (při zkratované odporové dráze trimru), zapojíme ještě do série s trimry odpory asi 1 až 10 k $\Omega$ . Běžce trimrů nastavíme do takové polohy, aby do okruhu byly zapojeny asi 2/3 jejich odporové dráhy. Dále budeme potřebovat dva potenciometry 1 až 5 k $\Omega$  (můžeme zatím použít  $R_{65}$  a  $R_{68}$  z pomocného panelu – viz dále), jejichž krajní vývody zapojíme mezi zemnici svorku zdroje a svorku s napájecím napětím +5 V. Jeden běžec spojíme s nožem 1, druhý s nožem 6 u konektoru, do něhož se zasouvá modul obrazového generátoru míče. Mezi zemnici svorku a běžce pomocných potenciometrů zapojíme voltmetr a na běžcích nastavíme napětí asi 2,3 až 2,5 V. Tím je modul obrazového generátoru míče připraven k seřizování. Nutným předpokladem je, aby byly v přístroji zasunuty do konektoru všechny tři předchozí moduly, a aby tyto moduly již pracovaly podle předchozího popisu. Zasuneme tedy i modul

obrazového generátoru míče a zapneme televizor i televizní tenis. Nyní by se již někde na obrazovce měl objevit bílý čtvereček o rozměrech asi  $1 \times 1$  cm. Trimry (nahrazujícími zatím odpory  $R_{19}$  a  $R_{24}$ ) se tento bod snažíme dopravit přibližně do středu obrazovky. Jakmile se nám to podaří, vyjmeme seřizovaný modul z konektoru, oba trimry odpájíme, změříme jejich odpor a nahradíme je odpory stejné velikosti. Po opětovném zasunutí modulu do konektorové zásuvky se přesvědčíme, že otáčením pomocných potenciometrů můžeme míč umístit do libovolného místa na obrazovce, neboť jeden pohybuje míčem od levého okraje obrazovky k pravému a druhý od spodního okraje k hornímu.

Tím je seřizování modulu obrazového generátoru míče v podstatě skončeno. Můžeme si však diodovou sondou, popsanou již při oživení modulu generátorů synchronizačních impulsů, ověřit některé věci, které nám mohou být užitečné později, budeme-li zapojení rozšiřovat. Již v obecné části bylo vysvětleno, jakým způsobem se obrazy (v tomto případě obraz míče) na televizní obrazovce vytvářejí. Teď si tuto teorii můžeme sami snadno ověřit.

Jestliže zmíněnou sondu připojíme na vývod 9 hradla, označeného číslem 5, roztáhneme se obraz míče na svislý pruh od horního okraje obrazovky televizoru až ke spodnímu okraji. Dotkneme-li se však vývodu 10 (spojen s vývodem 11) u téhož integrovaného obvodu, objeví se na obrazovce vodorovný pruh, který jde od levého okraje obrazovky až k pravému. Míč leží pochopitelně v průsečíku obou pruhů. Tímto experimentem a předchozím výkladem jsme se snažili dosáhnout toho, aby byli čtenáři sami schopni modifikovat zapojení modulů raket ta, aby si mohli na obrazovce televizoru vytvářet další obrazy, zlepšující celkový dojem ze hry (obraz sítě, postranní čáry apod.). Tyto dodatečné obrazové prvky mohou být buďto pasivní nebo aktivní (minéno vzhledem ku střetnutí s míčem). Rozšíření přístroje o pasivní obrazové prvky je zcela nenáročné, protože znamená pouze přidávat další moduly, které nijak neovlivňují zapojení ostatních obvodů (především modulu pro řízení směru pohybu míče). Mají-li však tyto prvky ovlivňovat dráhu míče (sít), přináší to již s sebou nutnost dalších úprav, které mohou být poměrně složité. O některých možnostech se ještě zmíníme. Zatím však přikročíme k realizaci dalších modulů televizního tenisu.

#### Obrazové generátory rakety (C, D)

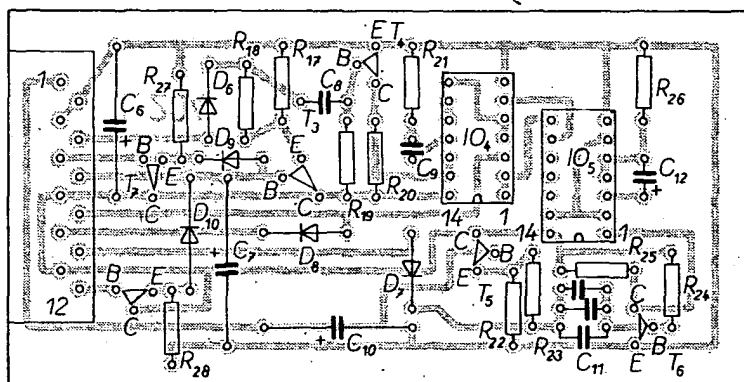
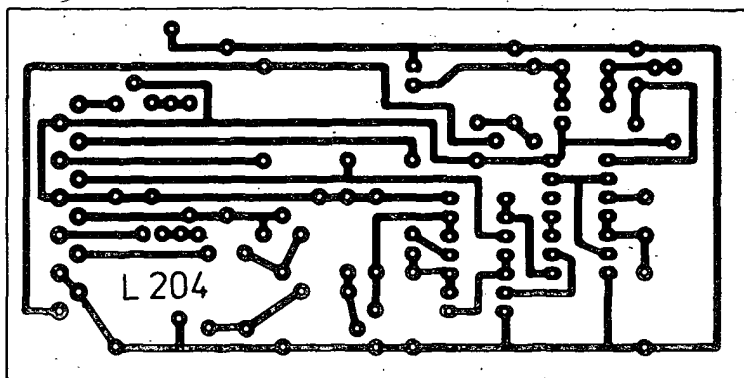
O těchto generátorech mluvíme v množném čísle, protože musíme postavit dva (popřípadě čtyři, kdybychom chtěli stavět přístroj, rozšířený o možnost hrát čtyřhru). Ke každému modulu generátoru obrazu rakety však musíme mít též příslušný ovládací panel, který při hře drží hráč v ruce a s jehož pomocí ovládá pohyb rakety po své polovině obrazovky, zahajuje hru podáním a řídí směr úderů (směr odrazu míče při hře od rakety).

V ovládacích pultech jejich zapojení je na obr. 69, zhotovených např. z bakelitových krabiček B1, jsou dva tlačítkové spínače (výhodně jsou mikrosplínače s mžikovým systémem) a tahové potenciometry. V zásadě lze použít i běžné otočné potenciometry, ale je zřejmé, že přímočarý pohyb při ovládání tahových potenciometrů je pohotovější a také přirozenější. Po zvážení všech okolností (pracnost, cena atd.) jsme se rozhodli, že pro ovládací pulty nebudeme navrhovat desky s plošnými spoji, neboť potřebné součástky můžeme vzhledem k jejich počtu zapojit v krabičce metodou letmé montáže

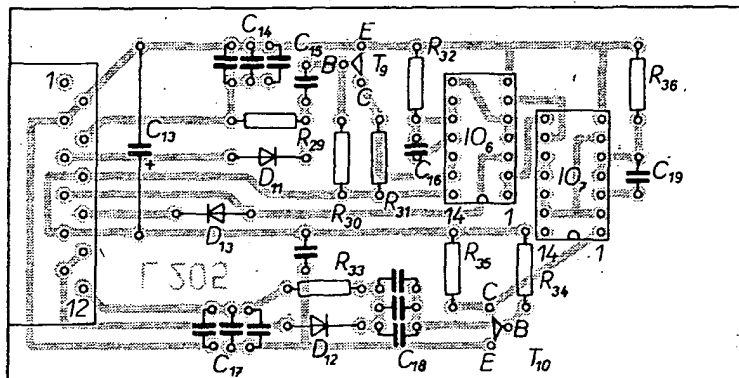
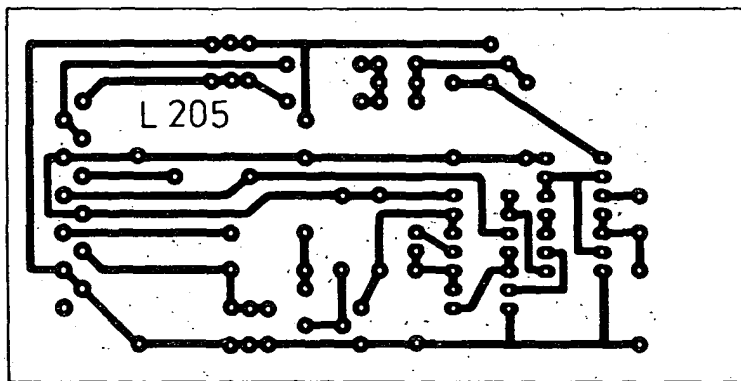
(případně můžeme součástky pájet na univerzální desku s plošnými spoji). Stejně jako na skřínce přístroje je i na skřínce ovládacího pultu pětikolíkový nízkofrekvenční konektor, takže oba díly televizního tenisu můžeme připojit pětipramennou šňůrou, běžně prodávanou jako příslušenství ke stereofonnímu magnetofonu. Těm nejnáročnějším doporučujeme použít nový typ pětikolíkových ko-

nektorů v kovovém provedení, který je opatřen závity a převlečnou maticí, takže přípojná šňůra při hře nemůže vypadnout ani při bezděčných a prudkých pohybech v zápalu hry.

Máme-li ovládací pulty připraveny, přikročíme ke stavbě vlastních obrazových generátorů raket. Popis stavby i popis seřízení zaměříme na raketu levého hráče podle

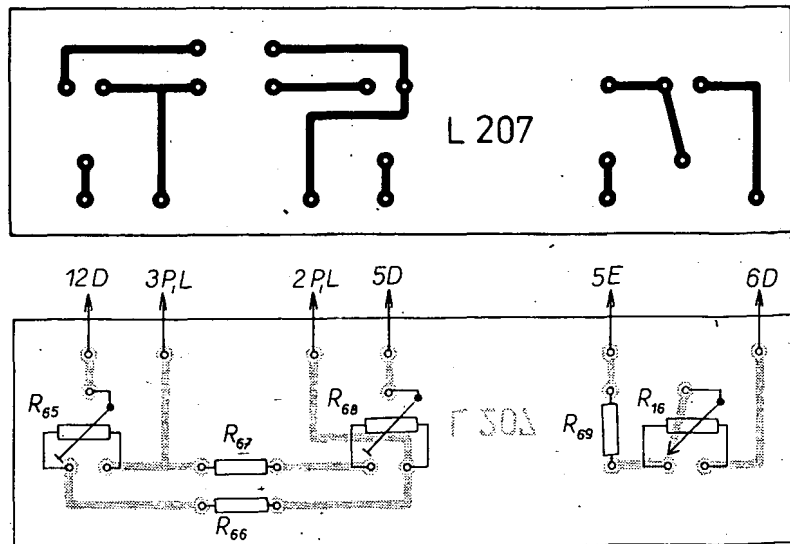


Obr. 74. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek obrazového generátoru míče (L 204)



Obr. 75. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek obrazového generátoru rakety (L 205)

schématu na obr. 61. Všechny pokyny a závěry však platí analogicky i pro druhý generátor (generátor obrazu rakety pravého hráče). V první řadě si do destičky s plošnými spoji zapájíme podle obr. 75 všechny součástky kromě  $R_{30}$  a  $R_{34}$ . Tyto odpory nahradíme podobně, jako při seřizování obrazového generátoru míče, odporovými trimry, připojenými ze strany plošných spojů. Použijeme opět trimry TP 111, 150 k $\Omega$ , v sérii s odpory 1 až 10 k $\Omega$ . Nyní zasuneme modul obrazového generátoru rakety do příslušného konektoru a zapneme televizor i konstruovaný přístroj. Jsou-li v přístroji zasunuty moduly napájení, vř generátoru i generátoru synchronizačních impulsů a jsou-li tyto moduly seřizeny podle předchozího popisu, pak by mělo být možné pohybem běžců tahových potenciometrů na ovládacím panelu dostat na obrazovku obraz rakety ve formě bílého obdélníku šířky asi 8 až 10 mm a výšky asi 20 až 30 mm. Obraz rakety ve vodorovném směru nastavíme přibližně do středu obrazovky a potom „sjedeme“ druhým běžcem tahového potenciometru až na nulové napětí. Nyní nastavíme trimrem, který nahrazujeme  $R_{34}$ , obraz rakety na spodní okraj obrazovky. Potom přemístíme běžec do druhé krajní polohy a zkontrolujeme, zda se obrázek rakety právě dotýká horního okraje obrazovky. Případné rozdíly upravíme změnou odporu  $R_{35}$ . Potom nastavíme ve svislém směru obrázek rakety přibližně do středu obrazovky a seřídíme si ovládací prvky pro pohyb ve vodorovném směru; nejdříve „sjedeme“ běžcem potenciometru  $R_{72}$  až k tomu konci, který je spojen s  $R_{73}$ . Trimrem nahrazujícím  $R_{30}$  nastavíme obrázek rakety přibližně do středu obrazovky. Potom posuneme běžec  $R_{72}$  na druhý konec odporové dráhy a s trimrem  $R_{70}$  nastavíme obrázek asi 4 cm od levého okraje obrazovky. Potom se znovu vrátíme běžcem zpět a znovu přesně nastavíme obrázek pomocným trimrem ke středu obrazovky. Toto nastavování opakujeme tak dlouho, až se podaří nastavit dráhu obrázku rakety od středu obrazovky do pozice 4 cm od pravého okraje při využití celé odporové



Obr. 77. Rozložení součástek na pomocném modulu (L 207)

dráhy potenciometru  $R_{72}$ . Po tomto seřízení máme možnost nastavit raketu do kteréhokoli místa na levé polovině obrazovky televizoru (levého hracího pole).

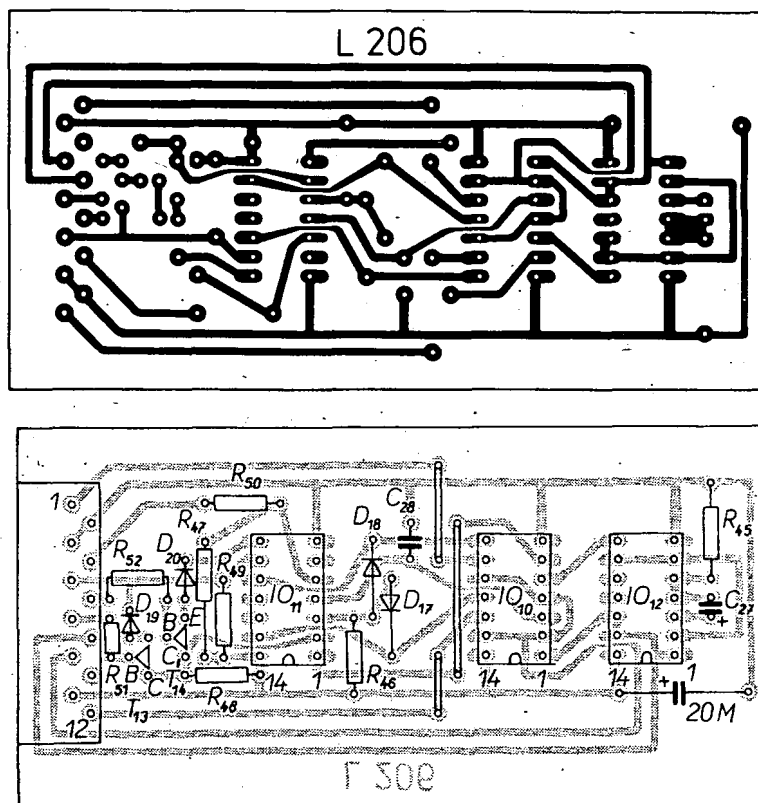
Při seřizování modulu obrazového generátoru pravého hráče postupujeme podobně. Jediná odlišnost spočívá v seřizování ovládacích prvků pro pohyb v horizontálním směru. K přístroji připojíme příslušný ovládací panel a destičku modulu obrazového generátoru rakety zasuneme do příslušného konektoru. Nastavení prvků ovládajících pohyb ve svislém směru je zcela shodné jako modulu levé rakety. Jakmile jsou tyto prvky seřizeny, nastavíme opět pravou raketu svisle do poloviny obrazovky, umístíme běžec  $R_{70}$  až k tomu konci odporové dráhy; k němuž je připojen  $R_{80}$  a nastavíme obraz pravé rakety asi 4 cm od pravého okraje obrazovky. Běžec  $R_{79}$  přemístíme na druhý konec odporové dráhy a trimrem  $R_{77}$  se snažíme dostat obraz pravé rakety opět do středu obrazovky.

Tento postup opět opakujeme tak dlouho, až se při pohybu běžce  $R_{79}$  z jednoho konce odporové dráhy na druhý přemísťuje obraz pravé rakety po dráze ze středu obrazovky do polohy vzdálené od pravého okraje asi 4 cm. Po seřízení lze raketu nastavit do kteréhokoli místa na pravé polovině obrazovky.

Rovněž u modulů obrazových generátorů raket můžeme sondou s diodou vysledovat pruhy, které se nakonec skládají do obrazu samotné rakety. Je pochopitelné, že vodorovný pruh bude v tomto případě mnohem tlustší než pruh svislý. Ponecháváme čtenářům, aby si sami našli body, kde je možné získat signály, které budou tímto způsobem modulovat vř generátor.

#### Modul ovládání pohybu míče (E)

Dostali jsme se k poslednímu modulu, na němž jsou zapojeny obvody, které řídí směr pohybu míče po obrazovce ve směru vodorovném i svislém. Na obr. 76 je rozložení součástek na desce s plošnými spoji. Do této destičky zapájíme všechny součástky, neboť žádnou z nich není třeba nastavovat či měnit. Po dokončení montáže destičku zasuneme do příslušného konektoru a předpokládáme, že ostatní seřazené moduly jsou na svých místech. Pokud jsme již propojili s noži konektorů také pomocný modul (připevněný k čelnímu panelu skřínky přístroje) s potenciometry  $R_{65}$ ,  $R_{68}$  a  $R_{16}$ , přerušíme spoj, vedoucí z běžce potenciometru  $R_{16}$  do konektoru modulu obrazového generátoru míče (vývod 6). Na vývodech 6 a 1 konektoru jsou ještě stále připojeny běžce pomocných potenciometrů, které jsme používali při seřizování obvodů tohoto modulu. Zapneme přístroj a nastavíme obě rakety i míč do stejné úrovně ve svislém směru (do stejné výšky). Pak připojíme voltmetr mezi zem a vývod 9 obvodu MH7474. Budeme-li pomocným potenciometrem pohybovat obrazem míče ve vodorovném směru tak, aby se míč dotýkal střídavě obou raket, musí se napětí vždy po dotyku míče a rakety skokem měnit z jedné logické úrovně do druhé a zpět. Tím je ověřena správná funkce obvodu pro řízení pohybu míče v horizontálním směru. Potom ponecháme běžec pomocného potenciometru v poloze, při které je míč přibližně v polovině šířky obrazovky a voltmetr přepojíme na místo, kde budeme moci sledovat činnost obvodu pro řízení smyslu pohybu míče ve vertikálním směru. Tímto místem je vývod 5 obvodu MH7474. Na vývodu 5 se



Obr. 76. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek na modulu ovládajícího pohyb míče (L 206)

budou střídát logické úrovně tehdy, budeme-li druhým pomocným potenciometrem pohybovat obrazem stejně tak, aby se střídavě dotýkal horního a dolního okraje obrazovky. Pracuje-li tento obvod podle předpokladů, můžeme očekávat, že bude dobře pracovat i při hře.

Ještě nám zbývá zapojit do obvodů součástky, umístěné na pomocném modulu. Rozložení součástek je na obr. 77. Jeho stavba nevyžaduje komentář, k upevnění ve skřínce lze využít krajní potenciometry, za které se destička přišroubuje k čelnímu panelu skříňky (centrálními maticemi). Obvody pomocného modulu připojíme k ostatním obvodům podle obr. 68. Tím je stavba celého přístroje hotova, zbývá už jen definitivně seřadit celý přístroj.

Pro ty konstruktéry, kteří mají možnost při oživení přístroje použít osciloskop, jsou určeny fotografie (obr. 78) průběhu napětí v důležitých bodech zpoždovacího obvodu. Křivky na obr. 78a, 78b, 78c ukazují změnu průběhu napětí v závislosti na velikosti regulačního napětí  $U_R$  (porovnej s obr. 62). Jinými slovy, uvedené obrázky ukazují závislost průběhu napětí na svislé poloze rakety (míče): a – raketa nahoře, b – uprostřed, c – dole.

Obr. 78d znázorňuje dále průběh úplného televizního signálu, jímž je modulován vf generátor. Časová základna osciloskopu je synchronizována kmitočtem 50 Hz (tak jako i v předchozích případech). Zřetelně jsou zde vidět i obrazové signály maket levé i pravé rakety, stejně jako míče. Jsou zde zachyceny i snímkové synchronizační impulsy, zatímco jednotlivé řádkové synchronizační impulsy nejsou vidět a vytvářejí pouze světlé zabarvení celého televizního signálu. Zřetelně je též vidět na obr. 78d i úroveň černé barvy. Nad touto úrovní jsou obrazové signály rakety a míče („rozsekané“ řádkovými synchronizačními impulsy), zatímco pod uvedenou úrovní jsou pouze snímkové a řádkové synchronizační impulsy.

#### Konečné seřízení

Je-li přístroj seřízen podle předchozího popisu a jestliže jsme zapojili všechny obvody (včetně obvodů v ovládacích pultech a pomocného modulu) podle uvedených schémat, dá se předpokládat, že přístroj je v zásadě schopen plnit požadovanou funkci, tedy umožnit nám hrát na obrazovce televizního přijímače hru, která se podobá tenisu. Závěrečným seřízením už jenom zajistíme snadnou obsluhu a spolehlivou funkci. To jsou vlastnosti velmi potřebné především tehdy, když budou přístroj obsluhovat osoby, od nichž nemůžeme očekávat, že by si mohly na základě znalosti funkce samy poradit, objeví-li se při činnosti přístroje nějaké nedostatky.

Přístroj propojíme vf kabelem s televizním přijímačem, který zapneme. Předpokládáme, že televizní přijímač je stále naladěný na kmitočet, na kterém pracuje oscilátor vf modulu. Po zapnutí přístroje by se někde na obrazovce (podle polohy tahových potenciometrů na ovládacích pultech) měly objevit obrazy obou rakety a míč by se měl pohybovat svisle nahoru a dolů v určité vzdálenosti od okraje obrazovky. Zmizí-li míč za okrajem obrazovky, vypneme přístroj a změním nastavení potenciometru  $R_{65}$  nebo  $R_{68}$  tak, aby k omezení vodorovné složky pohybu míče došlo před okrajem obrazovky. Vodorovnou složku pohybu míče správně nastavíme seřízením  $R_{65}$  a  $R_{68}$  podle následujícího popisu: nejdříve umístíme obrazy rakety až k okrajům obrazovky. Běžce  $R_{72}$  a  $R_{79}$  přemístí-

me až na konce odporových drah. V této poloze by měly být obrazy rakety asi 4 cm od okrajů obrazovky – viz kapitola o seřízení modulů obrazových generátorů rakety. Nyní si potenciometry  $R_{65}$  nebo  $R_{68}$  (podle toho, u kterého okraje obrazovky se míč svisle pohybuje) nastavíme polohu linie svislého pohybu míče tak, aby byla asi 1 cm za obrazem rakety směrem k okrajům obrazovky. Po seřízení jedné úrovně stiskneme v okamžiku, kdy se míč nachází ve stejné svislé poloze jako raketa tlačítko podání. Obraz rakety odskočí směrem k okrajům obrazovky, a protože vlastně došlo k dotyku míče a rakety, přeletí míč na druhou stranu obrazovky. Znovu nastavíme příslušným potenciometrem polohu linie svislého pohybu míče asi na 1 cm za obrazem rakety směrem k okrajům obrazovky. Třetí potenciometr na pomocném panelu slouží k nastavení rychlosti vodorovné složky pohybu míče (do jisté míry analogie prudkosti úderů) v obou směrech zároveň a hráči si tento prvek nastavují podle svých schopností, aby hra nebyla příliš nudná, ani příliš obtížná.

Je však třeba zkontrolovat, zda jsou rychlosti míče ve směru zleva doprava a zprava doleva stejně velké, aby některý z hráčů nebyl předem v nezasloužené výhodě. Případné rozdíly v rychlostech je možné snadno zkorigovat změnou  $R_{40}$ .

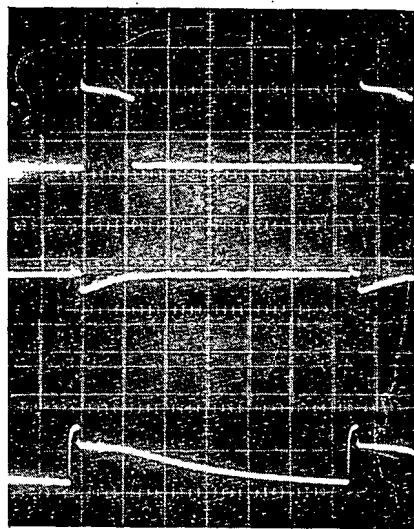
Konečným seřízením přístroje je ukončena stavba základní varianty televizní hry.

V následující kapitole je uvedeno několik námětů, které dovolují přístroj rozšířit o další prvky, umožňující zpestřit hru.

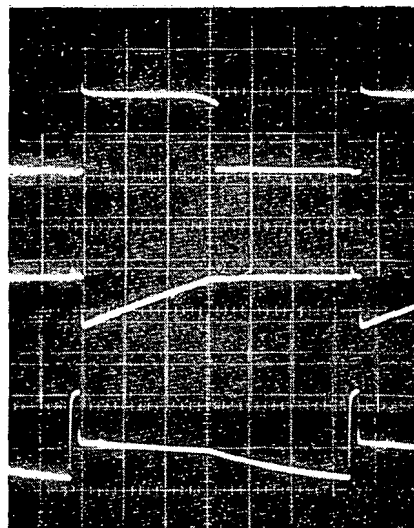
#### Varianty základního zapojení

Nejzajímavější by byla jistě varianta, která by umožňovala hrát nějakou televizní hru na dálku. To znamená, že bychom si mohli zahrát například se svým sousedem, který by měl svůj ovládací pult a průběh hry by sledoval na svém televizoru – pak by stačilo propojit přístroj kabelem; existuje však i teoretická možnost bezdrátového spojení. Takovou hru bychom mohli potom mohli hrát se soupeřem, který bydlí třeba na druhém konci města. Takto by se mohl hrát i celý turnaj na dálku. Bylo by to opravdu aktivní využití televizního přenosu. Uvedená úvaha je zatím jen fantazií, ovšem možnost hry se dvěma televizory a s kabelovým propojením je zcela reálná.

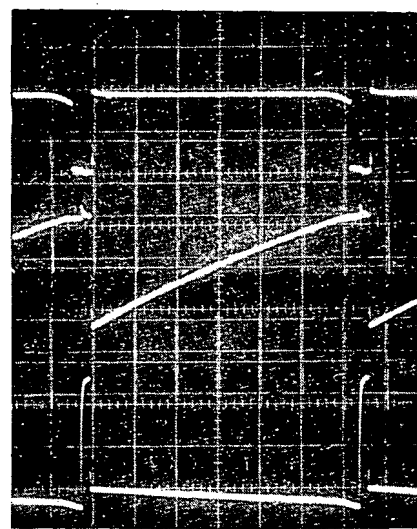
Dále jsou uvedeny některé možné varianty základního zapojení. Kombinací základního zapojení a některé z uvedených variant můžeme získat různé obměny televizní hry. Nevýhodou většiny her je totiž skutečnost, že se po jistém čase omrzí. Je proto výhodné mít k dispozici několik variant hry. Dále popsané varianty jsou uvedeny pouze jako příklady možných řešení a nejsou popsány tak podrobně jako základní zapojení, protože se



a)

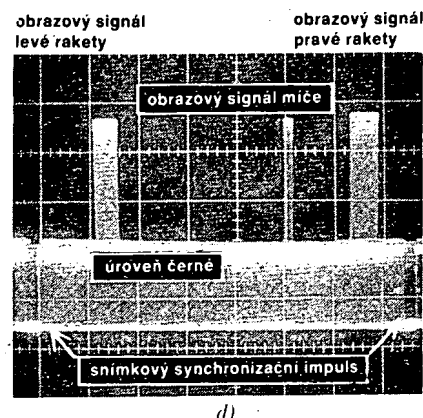


b)



c)

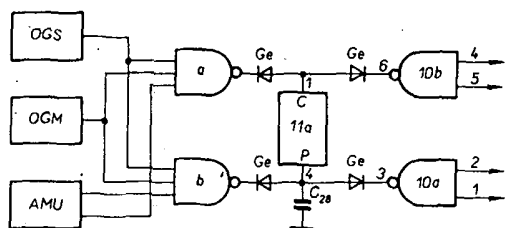
(horní křivka – průběh napětí v bodu A, prostřední v bodu B, dolní – v bodu C; viz obr. 62)



d)

Obr. 78. Průběh napětí v důležitých bodech zpoždovacího obvodu v závislosti na regulačním napětí  $U_R$  (a, b, c); úplný televizní signál (d)





Obr. 84. Aktivní využití sítě.

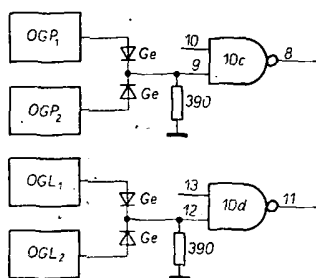
Objeví-li se na vstupech hradla **a** nebo **b** současně kladné impulsy z obrazových generátorů sítě a míče, znamená to dotyk míče se sítí. Jestliže se v tomto okamžiku současně vyskytne kladný impuls na třetím vstupu některého z hradel **a**, **b**, přejde jeho výstupní úroveň z úrovně log. 1 na úroveň log. 0. Předpokládáme, že k tomuto stavu došlo například u hradla **a**. Z pravdivostní tabulky víme, že v tomto případě se nastaví výstup Q obvodu 11a na úroveň log. 0. Pokud výstupní úroveň byla již log. 0, nedojde ke změně stavu, v opačném případě se stav změní. Ve skutečnosti to znamená, že jestliže smysl svislé složky směru pohybu míče je shora dolů (výstup Q má úroveň log. 0), při dotyku sítě a míče nedojde k žádné změně v pohybu míče. Jestliže však smysl svislé složky směru pohybu míče je zdola nahoru (výstup Q má úroveň log. 1), dojde při dotyku míče se sítí ke změně smyslu směru svislé složky pohybu (úroveň výstupu Q přejde z log. 1 do log. 0) a míč se začne pohybovat shora dolů.

Změní-li se výstupní úroveň z log. 1 do log. 0 u hradla **b**, bude děj přesně opačný, než v předcházejícím případě. To znamená, že ke změně smyslu směru svislé složky pohybu míče dojde pouze tehdy, když se míč před dotykem se sítí pohyboval shora dolů.

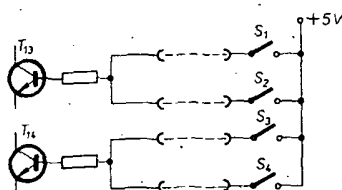
Vzhledem k tomu, že kmitočet pomocného multivibrátoru není nijak vázán na pohyb míče, bude změna pohybu míče čistě náhodná, podobně jako u skutečného tenisu.

#### Tenisová čtyřhra

Základní zapojení TV tenisu je možno jednoduše rozšířit tak, že se hry mohou zúčastnit čtyři hráči (tj. obdoba čtyřhry ve skutečném tenisu). Za tímto účelem je nutné zapojit navíc dva obrazové generátory raket pro dalšího hráče na každé straně. Zapojení je shodné se zapojením původních obrazo-



Obr. 85. Televizní čtyřhra

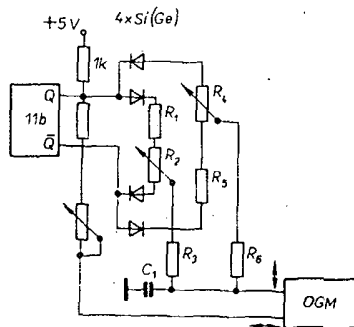


Obr. 86. Předvolba při čtyřhře

vých generátorů raket. Rozdíl je pouze v připojení výstupů obrazových generátorů raket ke vstupu hradel 10c a 10d tak, jak je to zřejmé z obr. 85. Je pochopitelné, že v tomto případě budeme potřebovat také čtyři ovládací pulty. Pokud bychom chtěli, aby všichni hráči měli možnost předvolby, můžeme pomocí diod rozšířit počet vstupů tranzistorů  $T_{13}$  a  $T_{14}$  tak, jak je to znázorněno na obr. 86.

#### Ruční ovládání svislého pohybu míče

V základním zapojení je pohyb míče zcela automatický. Jednoduchým způsobem můžeme však pozměnit základní zapojení tak, abychom svislou složku pohybu míče mohli ovládat ručně. Základní požadavek je ovšem ten, aby míč mohl ovládat vždy ten hráč, který naposled odehrál míč raketou. Jak je patrné z obr. 87, současně se změnou vodo-



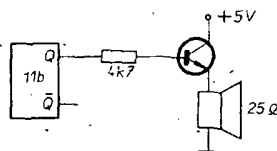
Obr. 87. Ruční ovládání svislého pohybu míče

rovnné složky pohybu míče se přepíná ruční řízení svislého pohybu na hrací pult hráče, který právě odehrál míč a může s ním nyní pohybovat, aby znesnadnil zásah svého protivníka. Odpory  $R_3$ ,  $R_6$  a kondenzátor  $C_1$  vytvářejí integrační obvod, který nedovolí náhlé změny svislého pohybu.

Je pochopitelné, že v tomto případě jsou obvody 10a, 10b, 11a, 12a a 12d zbytečné, neboť právě tyto obvody zajišťují automatické ovládání svislé složky pohybu míče. Vzhledem k tomu, že nebude, jak bylo uvedeno, ve funkci obvod 11a; odpadne také předvolba toho, zda se míč po zásahu raketou bude pohybovat nahoru nebo dolů – předvolba je v tomto případě ovšem zbytečná, neboť můžeme ovládat svislý pohyb míče nejen po zásahu raketou, ale po celé jeho dráze k soupeřově raketě.

#### Akustický efekt

Doplňme-li základní zapojení obvodem podle obr. 88, získáme jednoduchý akustický efekt při zásahu míče raketou jak levým, tak



Obr. 88. Akustický efekt

pravým hráčem. Zapojení je sice velmi jednoduché, ale značně přispívá k dosažení dojmu ze skutečné hry. Funkce uvedeného zapojení je následující: napěťový skok na výstupu Q klopného obvodu 11b se přenáší před oddělovací tranzistor do reproduktoru ( $\varnothing = 50$  mm) s impedancí  $Z = 25 \Omega$ . To znamená, že při každém zásahu míče raketou, které je doprovázeno změnou stavu obvodu 11b, se ozve z reproduktoru lupnutí, které poměrně velmi dobře vystihuje úder raketou.

#### Modifikované zapojení obvodů „podání“

V původním zapojení podává vždy ten hráč, který nezasáhl raketou letící míč. Zapojení na obr. 89 umožňuje, aby podával (servíroval) kdykoli kterýkoli z hráčů. Vzhledem k tomu, že v tomto případě nejsou zapojeny obvody s tranzistory  $T_7$  a  $T_8$ , nebude míč před podáním na obrazovce vidět. Tato skutečnost představuje ve hře jistý moment překvapení, neboť protivník nebude předem vědět, odkud bude podání zahráno (přesněji: z kterého místa jedné ze stran obrazovky).

Obvody na obr. 89 pracují následujícím způsobem. Při podání z levé strany je čtyřpólový spínač  $S_1$  stisknut. To znamená, že body X a Z jsou připojeny přes odpor k zemi a na vstup „nastavení“ obvodu 11a je tak přivedena úroveň log. 0, stejně jako na vstup „nulování“ obvodu 11b. Tímto způsobem je zajištěno, že míč se po podání bude pohybovat směrem nahoru a k pravé straně obrazovky.

K bodu U ( $R_5$ ) je připojeno napájecí napětí +5 V, takže kondenzátor  $C_7$  se bude urychleně nabíjet a míč se urychleně přemístí k levé straně obrazovky. To má svůj význam pouze tehdy, je-li míč před podáním na pravé straně a podání bude zahrávat levý hráč. Bod T je připojen k emitoru  $T_2$ , jehož báze je připojena přes odpor  $R_7$  na běžec potenciometru  $R_{76}$  (ovládání svislé polohy levé rakety). Napětí na kondenzátoru  $C_{10}$  se tak nastaví přibližně na velikost napětí na emitoru  $T_2$ . Tímto způsobem je určena výchozí svislá poloha míče při podání. Pokud se nyní rozpojí tlačítko  $S_1$ , přidržné napětí na kondenzátorech  $C_7$  a  $C_{17}$  zmizí a míč se začne pohybovat ve směru, určeném stavem bistabilních klopných obvodů 11a, 11b, tj. nahoru a k pravé straně obrazovky.

Podání z pravé strany probíhá podobně, ovšem s tím rozdílem, že se po podání míč bude pohybovat zprava doleva a výchozí poloha je určena napětím na emitoru  $T_1$ , tj. nastavením potenciometru  $R_{83}$  (ovládání svislé polohy pravé rakety).

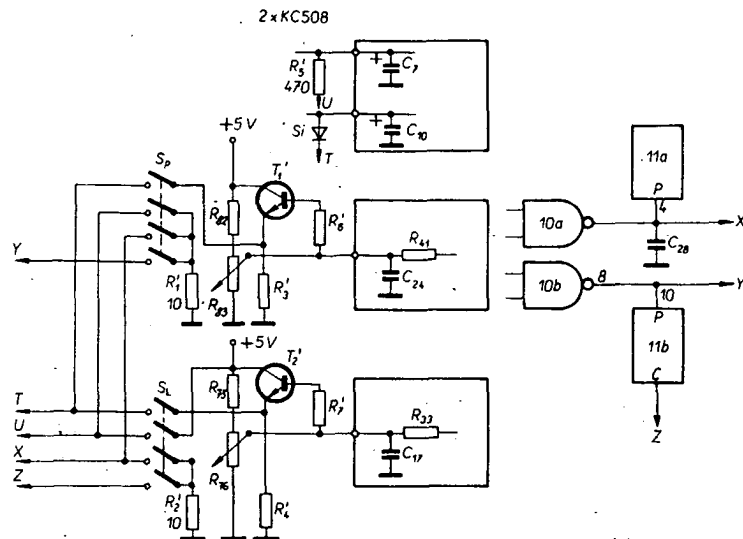
Jak bylo již řečeno, popisovaný způsob podání zajišťuje moment překvapení pro soupeře. Nevýhodou je však ta skutečnost, že podání nelze „zkazit“ na rozdíl od podání v základním zapojení, které vyžaduje jistou dávku postřehu a cviku.

#### Počítání skóre zápasu

V každé hře podobného druhu jako je například tenis je nutné během zápasu průběžně zaznamenávat skóre. Podobně tomu tak bude u popisované televizní hry. Způsobů, jak realizovat zápis stavu zápasu, je pochopitelně mnoho. Od způsobu nejprimitivnějšího, kdy si budeme sami zaznamenávat stav zápasu na kousek papíru, až po způsoby složitější, které umožní automatické zaznamenávání. Posledně jmenovaný způsob je sice nejlepší, ale také nejdražší.

Před základní úvahou, jak realizovat čítač skóre, je nutno uvážit, jakou výstupní informaci z televizní hry zvolíme za základ pro počítání. Nejjednodušším způsobem je vyhodnocovat počet podání v průběhu zápasu.





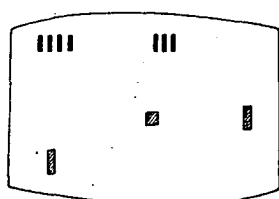
Obr. 89. Modifikované zapojení obvodů „podání“

Budeme-li vždy dodržovat zásadu, že na podání (servírovat) bude ten hráč, který nezasáhl letící míč, potom následující podání tohoto hráče znamená kladný bod pro soupeře. To znamená, že pomocí dalších kontaktů spínacího tlačítka  $S_1$  nebo  $S_2$  (obr. 69) můžeme přivést vhodný impuls na vstup čítače skóre. Nesmíme však zapomenout, že při zahájení zápasu hráč, který zahajuje hru, připočítá tímto způsobem svému soupeři bod, který mu nenáleží (hráč, který svým podáním zahajuje hru, nečiní tak proto, že by udělal při hře chybu, ale proto, že některý z hráčů musí hru zahájit). Z tohoto důvodu musíme vhodnou předvolbou čítače vyloučit tuto chybu, anebo jednoduše na konci zápasu hráči, který hru nezahajoval, odečteme jeden bod. Při takto realizovaném způsobu počítání je vyhodnocováno pochopitelně i chybné podání. Jako vlastní čítač skóre může sloužit buď elektromechanický počítací (např. z počítací telefonních hovorů), anebo čítač s integrovanými obvody a s indikací pomocí digitronů.

Nevýhodou běžných elektromechanických počítadel jsou malé rozměry číslic. V průběhu hry to pak znamená, že budeme velmi obtížně moci sledovat stav zápasu. Naproti tomu, použijeme-li čítač s integrovanými obvody a digitronový displej, můžeme velmi pohodlně sledovat průběžné stav zápasu (zvláště v případě, umístíme-li čítač přímo na televizor).

Nejlépeším způsobem je ovšem zobrazit stav zápasu přímo na obrazovce. Přímé zobrazení číslic na obrazovce v televizní hře nemá zatím velkou cenu uvažovat, neboť potřebné obvody by byly složitější, než obvody samotné hry. V našem případě bude stačit, když se na některém místě obrazovky budou objevovat čárky, jejichž počet udává počet bodů jednotlivých hráčů (obr. 90).

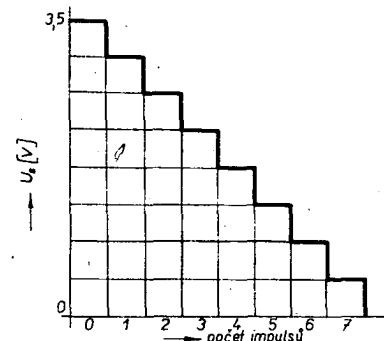
Dalšího zjednodušení dosáhneme, budeme-li stav zápasu vyhodnocovat polohou jedné čárky. Vnější vzhled je stejný jako na obr. 90. Jednotlivé čárky na tomto obrázku pak ovšem představují pouze polohu jedné čárky.



Obr. 90. Zobrazení stavu zápasu na obrazovce

K vytvoření čárek (po jedné pro každého hráče) můžeme použít stejného obrazového generátoru jako pro rakety. Svislou polohu čárek je nejlépe nastavit v blízkosti vrchního kraje obrazovky. Zde totiž můžeme jednoduše získat potřebnou plochu. Zvětšením kapacit kondenzátorů  $C_7$ ,  $C_{24}$  dosáhneme stavu, kdy se míč bude odrážet nikoli přímo od vrchního okraje, avšak o něco níže. Do takto vzniklé plochy můžeme umístit indikaci stavu zápasu.

Aby se čárka vodorovně posouvala po každém dosaženém bodu, je nutné, aby se výstupní napětí z čítače skóre při každém dosaženém bodu zmenšilo skokem. To znamená, že výstupní napětí z čítače musí mít schodovitý průběh (obr. 91), přičemž každý

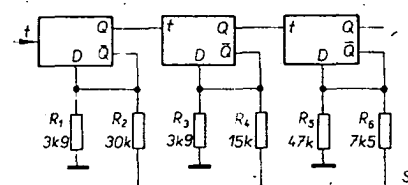


Obr. 91. Průběh výstupního napětí z čítače

stupeň znamená bod. Napětím schodovitého průběhu se dále ovládá v obrazovém generátoru vodorovná poloha čárky.

Je vhodné, aby napětí schodovitého průběhu mělo sestupný charakter, aby se čárka s narůstajícími body pohybovala zleva doprava.

Příklad čítače, na jehož výstupu je vyžadovaný průběh napětí v závislosti na počtu přivedených impulsů, je na obr. 92. Vlastní čítač je složen z obvodů typu D (MH7474) s vazbou D na Q. Stav výstupů Q jednotlivých



Obr. 92. Zapojení čítače

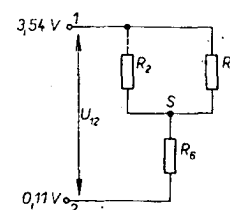
vých obvodů v závislosti na počtu impulsů přivedených do čítače ukazuje tab. 3. Stav, při kterém je na výstupech Q vesměs úroveň log. 0, přiřadíme číslici 0 a stavu, při kterém je na výstupech vesměs úroveň log. 1, přiřadíme číslici 7.

Matice složená z odporů  $R_2$ ,  $R_4$  a  $R_6$  vytváří pak v bodě S napětí schodovitého průběhu v závislosti na stavu jednotlivých klopných obvodů, tj. na počtu přivedených impulsů.

Výstupní úroveň signálu v bodu S je rovněž uvedena v tab. 3 a to v závislosti na

Tab. 3.

n	$\bar{Q}_1$	$\bar{Q}_2$	$\bar{Q}_3$	$U_S$ [V]
0	0	0	0	3,54
1	1	0	0	3,05
2	0	1	0	2,55
3	1	1	0	2,06
4	0	0	1	1,58
5	1	0	1	1,09
6	0	1	1	0,59
7	1	1	1	0,11



Obr. 93. Náhradní zapojení pro výpočet výstupního napětí z čítače

přivedeném počtu impulsů (n). Pro ilustraci si vypočítáme velikost napětí v bodě S pro číslici 3. V tomto případě budou výstupy  $\bar{Q}_1$  a  $\bar{Q}_2$  na úrovni log. 1 a  $\bar{Q}_3$  na úrovni log. 0. Uvažujeme výstupní úroveň klopných obvodů log. 0 = 0,11 V a log. 1 = 3,54 V. Napětí v bodě S můžeme vypočítat v tomto případě podle náhradního zapojení na obr. 93. Je zřejmé, že bude platit

$$U_S = U_{12} \frac{R_6}{R_2 \parallel R_4 + R_6} + 0,11 \text{ V},$$

kde  $U_S$  je napětí v bodě S.

$U_{12}$  napětí mezi body 1 a 2 ( $U_{12} = 3,54 \text{ V} - 0,11 \text{ V} = 3,43 \text{ V}$ ) a

$R_2 \parallel R_4$  je výsledný odpor paralelní kombinace odporů  $R_2$  a  $R_4$  ( $R_2 \parallel R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ ).

Dosažením do uvedeného vztahu obdržíme  $U_S = 1,58 \text{ V}$ .

Podobným způsobem bychom obdrželi velikost napětí  $U_S$  pro jiný počet impulsů.

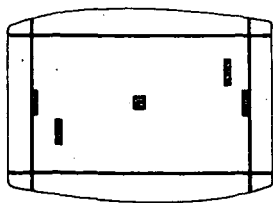
Odpor  $R_1$ ,  $R_3$ ,  $R_5$  nejsou funkční, pouze kompenzují nestejné zatížení výstupů  $\bar{Q}_1$ ,  $\bar{Q}_2$ ,  $\bar{Q}_3$  odpory  $R_2$ ,  $R_4$ ,  $R_6$ .

Výstupní napětí v bodě S můžeme již použít k ovládání vodorovné polohy čárky, udávající stav zápasu. Mezi výstup čítače a vstup obrazového generátoru čárky je vhodné zařadit odporový trimr. Budeme tak mít možnost nastavit rozsah vodorovného pohybu čárky. Na televizor můžeme pak provizorně připevnit průsvitnou fólii, na kterou můžeme vepsat do jednotlivých políček číslice, odpovídající poloze čárky.

#### Televizní hokej

Na obr. 99 je schematicky znázorněn pohled na televizor při hře, která připomíná





Obr. 94. Pohled na obrazovku při televizním hokeji

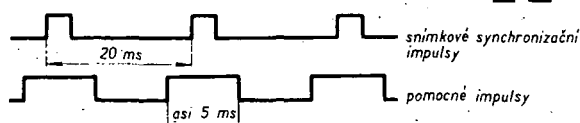
hokej. Vlastní hrací pole je orámováno čtyřmi pruhy, od nichž se míč odráží jako oď mantinelu. Bránky jsou vytvořeny stejným způsobem jako rakety hráčů při televizním tenisu. Jsou pevně umístěny do středu levého a pravého pruhu. Při vlastní hře je vyhodnocován dotyk míče s brankou. Dotkne-li se míč jedné nebo druhé branky, pomocný obvod zkratuje výstupní signál obrazového generátoru míče, který tímto způsobem zmizí z obrazovky a je tak signalizováno dosažení branky. Hra může znovu začít stisknutím tlačítka „vhozování“, které zruší činnost pomocného obvodu a míč se začne pohybovat ze středu televizního „kluziště“. Výstupní signál z pomocného obvodu, jehož stav je závislý na tom, zda se míč dotkne branky či nikoli, je možno v tomto případě s výhodou použít jako vstupní informaci pro čítač skóre.

U her tohoto druhu je dále pro zpestření hry možno zavést předvolbu směru pohybu míče po dotyku s hráčem. V některých složitějších variantách této hry se používá až pěti možností při předvolbě.

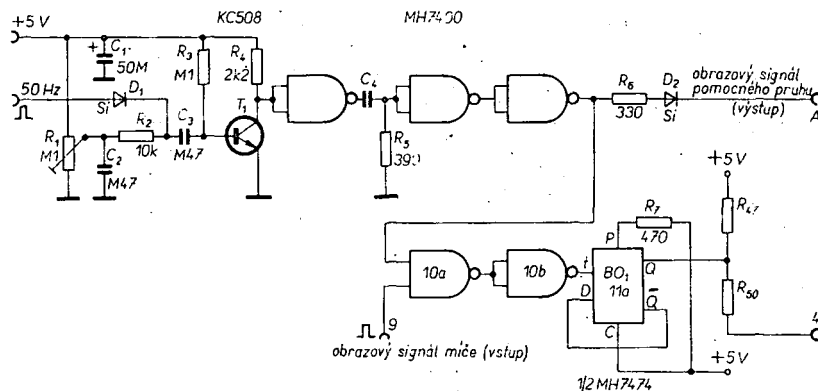
#### Odráz od vrchního a spodního okraje obrazovky

V původním zapojení se míč odráží dole od snímkového synchronizačního impulsu a nahoře od pomocného pruhu. Zatímco k odrazu nahoře může dojít ve viditelném poli obrazovky (závisí to na šířce pomocného pruhu), odraz od spodního okraje bude vždy mimo viditelnou plochu obrazovky. Ideální by bylo, kdyby se míč odrážel nahoře i dole od nějakého pruhu, který bude zobrazen na obrazovce. Na první pohled by se zdálo, že k tomuto účelu budeme potřebovat dva obrazové generátory. Jeden pro pruh, od něhož se odráží míč u vrchního okraje obrazovky, a druhý pro pruh, od něhož se míč odráží u spodního okraje. Ve skutečnosti však můžeme vystačit pouze s jedním pruhem. Impuls, který představuje obrazový signál uvažovaného pruhu, musí na obou stranách přesahovat snímkový synchronizační impuls tak, jak je to znázorněno na obr. 95. Na obr. 96 je potom uvedeno skutečné zapojení. Na první pohled je vidět, že se jedná o obrazový generátor, který je použit v základním zapojení. Svislá poloha pruhu je určena nastavením trimru  $R_1$  a šířka je určena časovou konstantou  $R_5 C_3$ .

Výstupní signál z obrazového generátoru je použit jednak k modulaci vf generátoru (bod A), jednak k ovládání stavu klopného obvodu  $BO_1$ . Jak je vidět z obr. 96, klopný obvod  $BO_1$  je zapojen jako dělič dvěma



Obr. 95. Časový průběh impulsů při modifikovaném zapojení obvodu pro odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky



Obr. 96. Modifikované zapojení obvodu pro odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky

(výstup Q je propojen se vstupem D). To znamená, že po každém hodinovém impulsu se stav obvodu  $BO_1$  bude měnit. K ovládání hodinového vstupu obvodu  $BO_1$  jsou použita hradla 10a, 10b. Na jeden vstup hradla 10a je přiveden obrazový signál míče a na druhý vstup je přiveden obrazový signál pruhu, od kterého se má míč odrážet. Výstupní úroveň hradla 10a se tedy změní, vyskytnou-li se na jeho vstupech uvažované obrazové signály současně. V důsledku toho se tedy změní stav obvodu  $BO_1$  a míč se odráží.

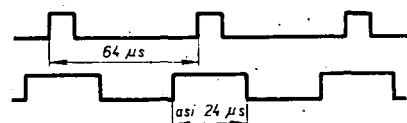
Zde je ovšem nutné poznamenat, že výše naznačeným způsobem můžeme dosáhnout efektivnějšího odrazu míče než jak byl popsán, ovšem na druhé straně ztrácíme možnost předvolby směru svislé složky pohybu míče po zásahu raketou (nemáme totiž v tomto případě volné vstupy T a D, nutné pro předvolbu). Každý konstruktér si musí tedy sám rozvážit, čemu dá přednost.

#### Ohraničení hracího pole zleva a zprava

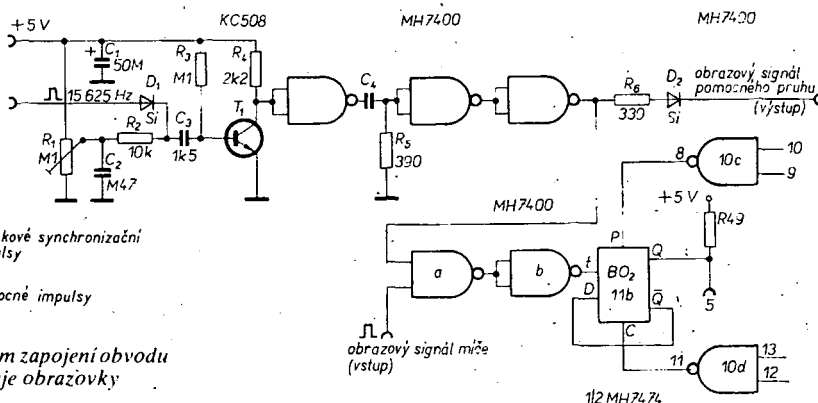
Hrací pole v základním zapojení je ohraničeno zleva a zprava pouze omezením rozsahu ovládacího napětí pro poždovací obvod  $ZO_1$  v modulu B. V důsledku toho se míč nemůže dostat mimo viditelnou část obrazovky. Jak bylo již dříve řečeno, bude se míč v tomto případě pohybovat střídavě nahoru a dolů při levém nebo pravém okraji obrazovky. Hra je potom zahájena stlačením spínače „podání“. Zde je právě možnost realizovat další variantu hry. Podobným způsobem jako se odráží míč od horního a spodního okraje obrazovky, je možno uskutečnit odraz od levého a pravého okraje. To znamená, že míč bude stále uprostřed hracího pole, které je v tomto případě vymezeno čtyřmi okraji obrazovky a míč se po odrazu bude vždy vracet zpět do

hracího pole. Úkolem hráčů je (stejně jako u základního zapojení) zasáhnout raketou letící míč. Rozdíl je pouze ten, že nezasáhne-li hráč letící míč, pak se ten odráží od levého nebo pravého okraje obrazovky zpět směrem k protihráči. To znamená, že odpadne spínač „podání“, neboť po nezdařeném pokusu jednoho z hráčů není hra přerušena. V této variantě je tedy nutné započítávat všechny úspěšné zásahy jednotlivých hráčů. Za tímto účelem můžeme jednoduše připojit čítače impulsů (zásahů) na výstup hradla 10c pro jednoho hráče a na výstup hradla 10d pro druhého hráče. Výhodou této varianty je tedy ta skutečnost, že hra není přerušena po nezdařeném zásahu jednoho z hráčů a dále možnost průběžně automaticky počítat stav zápasu. Nebudeme-li vyžadovat průběžné počítání stavu zápasu, není nutné, aby byl použitý čítač vybaven displejem. V tomto případě postačí pouze, aby čítač signalizoval dosažení určitého počtu zásahů (např. deset). Při dosažení zvoleného počtu zásahů je hra ukončena a vítězí ten hráč, který jako první tohoto počtu dosáhl.

K odrazu míče u levé a pravé strany obrazovky můžeme využít stejného principu jako u modifikovaného zapojení pro odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky. Budeme k tomu potřebovat obrazový generátor svislého bílého pruhu, jehož poloha a šířka vzhledem k řádkovému synchronizačnímu impulsu je znázorněna na obr. 97. Na obr. 98 je uvedeno skutečné zapojení.



Obr. 97. Časový průběh impulsů při odrazu míče od levého a pravého okraje obrazovky



Obr. 98. Zapojení obvodu pro odraz míče od levého a pravého okraje obrazovky

Vodorovná poloha pruhu je určena nastavením trimru  $R_1$  a šířka je určena časovou konstantou  $R_5, C_4$ . Výstupní signál z obrazového generátoru je veden jednak před diodu  $D_2$  k vf generátoru, jednak je přiveden na jeden vstup hradla  $a$ . Na druhý vstup tohoto hradla je přiveden obrazový signál míče. Vyskytnou-li se tedy uvažované signály současně na obou vstupech hradla  $a$ , přejde jeho výstupní úroveň z log. 1 na log. 0. Výstupní signál z hradla  $a$  je invertován hradlem  $b$  a dále přiveden na hodinový vstup obvodu  $BO_2$ . Klopný obvod  $BO_2$  je v tomto zapojení použit jako dělička dvěma. To znamená, že se jeho stav změní po každém hodinovém impulsu. V důsledku toho tedy dochází k žádanému odrazu míče od levého a pravého okraje obrazovky.

#### Hra proti stěně

Tato varianta televizního tenisu se dobře uplatní tehdy, jestliže si bude chtít hráč zahrát a nebude mít k dispozici protihráče. Způsob hry je podobný jedné z tenisových tréninkových metod, při níž hraje hráč proti pevné stěně, která zahrané míče odrazí zpět proti trénujícímu hráči. Těto varianty hry lze využít k tomu, abychom se důkladně připravili třeba na turnaj v televizním tenisu, který hodláme s přáteli uspořádat. Odrazovou stěnu si na obrazovce vytvoříme pomocí modulu jedné (pravé) rakety, ve kterém uděláme jen velmi jednoduchou úpravu. Stačí, přerušíme-li spoj mezi vývody 10 a 11 integrovaného obvodu 7. Místo obrazu rakety se na obrazovce vytvoří bílý svislý pruh, široký jako obraz rakety, jehož polohu můžeme měnit ovládacím prvkem pro vodorovný pohyb rakety (potenciometrem  $R_{10}$ ). Míč se od tohoto pruhu vždy odrazí, ať jej již zasáhne v jakémkoli místě.

Zdatnějším amatérům na tomto místě nabízíme konstrukčně zajímavější řešení přístroje, umožňující hru jen jednomu hráči. Z předchozího popisu je jasné, že svislá poloha rakety je závislá na napětí, které odebíráme ovládacím potenciometrem a přivádíme do modulu generátoru obrazu rakety (společný bod  $C_{17}$  a  $R_{33}$  na obr. 61). Víme však také, že rovněž svislá poloha míče je závislá na napětí, které je vloženo na  $C_{10}$  (obr. 63). Nabízí se myšlenka, odvodit napětí k seřízení svislé polohy rakety od napětí na  $C_{10}$ . Potíž však spočívá v tom, že napětí ve zmíněných bodech se pro určitou svislou polohu míče a rakety neshodují a to je právě problém, který necháváme čtenářům k dořešení. Cílem našeho snažení je stav, ve kterém se svislé polohy míče a jednoho z hráčů stále přesně shodují, takže našim soupeřem se stane hráč-automat, který sám vykonává svislý pohyb a nikdy míč nemine.

#### Aplikace televizních her

Televizní hra (tak jako ostatně i jiné druhy her) nemusí sloužit jen k zábavě. Jak je možno se přesvědčit na „podání“ (servisu) v základním zapojení televizního tenisu, bude jeho úspěšnost záležet na reakci hráče, na jeho předvídavosti a cviku. Je možno tedy s úspěchem použít uvedené zařízení jako přístroj na testování reakce. Takové testování je velmi důležité v některých odvětvích lidské činnosti, například u řidičů z povolání, pilotů, sportovců apod.

Uvedenou hru lze také upravit na zařízení, které testuje koordinaci pohybů. V tomto případě vytvoříme na obrazovce např. kruh a ovládním svislé a vodorovné složky bodu světelného bodu (rakety v původní hře) budeme obíždět kruh. Čas potřebný k tomuto výkonu je mírou koordinace pohybů. Na rozdíl od televizní hry zapojíme obvody přístroje tak,

aby byl průběžně vyhodnocován dotyk kruhu a bodu, s nímž se kruh obíždí. Jakékoli vychýlení ze správné dráhy může být jednoduše indikováno například počítadlem. K vyhodnocování máme pak k dispozici jednak počet chyb při obíždění kruhu, jednak čas potřebný k tomuto výkonu.

K zobrazení kruhu na obrazovce televizoru můžeme s výhodou použít obrazový generátor míče z původního zapojení. Princip vlastního zobrazení kruhu spočívá ve využití Lissajousových křivek. Zdroj signálu sinusového průběhu a tvarovací pasivní obvody vytvářejí požadované napětí pro ovládání zpožďovacích obvodů  $ZO_1$  a  $ZO_2$  v obrazovém generátoru míče (obr. 57). Průběh vodorovného a svislého ovládacího napětí lze obecně vyjádřit funkcemi

$$U_1(t) = K \sin \omega t;$$

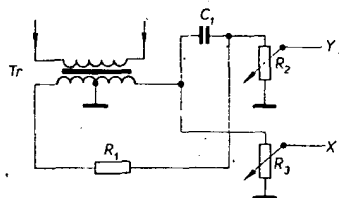
$$U_2(t) = K \sin (\omega t + \varphi),$$

kde  $U_1(t)$  je napětí přivedené na zpožďovací obvod  $ZO_1$ .

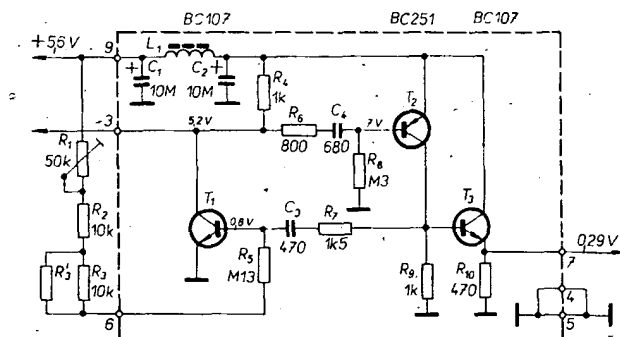
$U_2(t)$  je napětí přivedené na zpožďovací obvod  $ZO_2$ .

$$\varphi = 90^\circ \text{ (pro kruh).}$$

Na obr. 99 je zapojení vytvářející zmíněné funkce. Obvod obsahuje generátor napětí



Obr. 99. Zapojení obvodu k vytváření kruhového pohybu míče



Obr. 100. Zapojení generátoru řádkových synchronizačních impulsů s tranzistorem

konstantního kmitočtu a amplitudy, transformátor s uzemněným středem sekundárního vinutí a několik pasivních součástí. Z transformátoru se získávají napětí posunutá vzájemně o  $180^\circ$ ; potřebný fázový posuv se získá kondenzátorem  $C_1$  a odporem  $R_1$ .

Takto získané ovládací napětí je pak přímo přivedeno k bázím tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  (obr. 63). Je ovšem nutné vypustit integrační kondenzátory  $C_7, C_{10}$  a obvody s tranzistorem  $T_3$  a  $T_4$ . Pokud budeme kruh obíždět například „raketou“ levého hráče, potom úroveň log. 0 na výstupu hradla 10d znamená dotyk s kruhem a naopak úroveň log. 1 znamená vybočení ze správné dráhy.

#### Stavba televizní hry s tranzistorem

Doposud jsme při konstrukci televizní hry uvažovali, až na malé výjimky, použití integrovaných obvodů. Je pochopitelné, že televizní hru můžeme též realizovat s tranzistorem. Takové řešení má v některých případech i své výhody – v první řadě je to malá spotřeba a citelné zlevnění hry.

Z předcházejícího návodu na televizní tenis víme, že hra obsahuje několik základních modulů. Jsou to: generátory synchronizačních impulsů, obrazové generátory a obvody, které ovládají pohyb míče. V další části si ukážeme příklady uvedených modulů, realizovaných pomocí tranzistorů [7], [8].

#### Generátory synchronizačních impulsů

Na obr. 100 je jednoduché zapojení generátoru řádkových synchronizačních impulsů. Základem tohoto zapojení je stabilní multivibrátor s tranzistorem  $T_1$  a  $T_2$ . Použití doplňkových tranzistorů umožňuje jednoduše získat potřebné kladné i záporné synchronizační impulsy. Záporné impulsy, které jsou i součástí úplného televizního signálu, jsou odebrány z kolektoru tranzistoru  $T_1$  (n-p-n). Kladné synchronizační impulsy, od nichž je odvozena činnost zpožďovacích obvodů, jsou odebrány přes oddělovací stupeň (emitorový sledovač s tranzistorem  $T_3$ ) z kolektoru tranzistoru  $T_2$  (p-n-p). Změnou odporů  $R_1, R_5, R_8$  můžeme nastavit přesně kmitočet multivibrátoru a změnou odporů  $R_4, R_6$  a  $R_7$  můžeme nastavit přesně délku výstupních impulsů.

Generátor snímkových synchronizačních impulsů je stejný jako výše popsaný generátor řádkových synchronizačních impulsů (až na hodnoty součástek, které určují kmitočet a délku výstupních impulsů). To znamená, že některé ze součástek musíme upravit v poměru řádkového a snímkového kmitočtu a v poměru délky řádkových a snímkových synchronizačních impulsů.

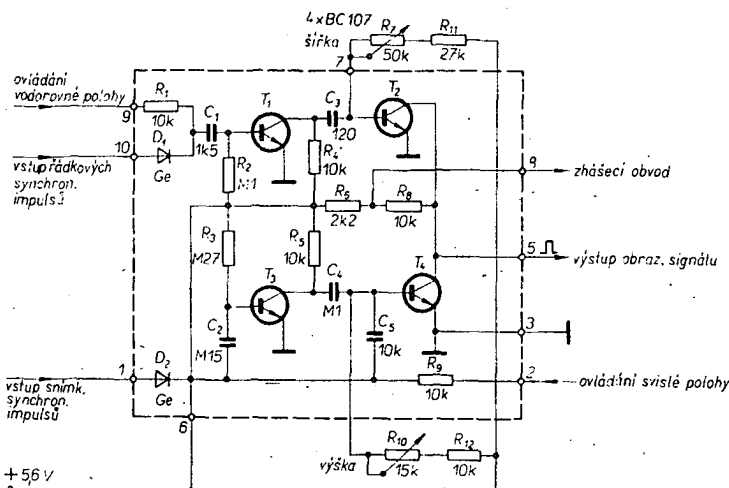
Filtr v napájecí větvi ( $C_1, C_2, L_1$ ) slouží jednak k zamezení parazitního pronikání synchronizačních impulsů do ostatních obvodů, jednak k nežádoucímu ovlivňování kmitočtu generátoru impulsů z ostatních obvodů.

Zde je na místě ještě připomenout, že správná délka řádkových synchronizačních impulsů je asi 5  $\mu s$  a vzdálenost mezi jednotlivými impulsy je 64  $\mu s$ , zatímco správná délka snímkových synchronizačních impulsů je asi 300  $\mu s$  a vzdálenost mezi impulsy je 20 ms.

#### Obrazové generátory

Jak už bylo dříve řečeno, každý obrazový generátor se skládá z generátoru svislého pruhu, generátoru vodorovného pruhu a hradla, které vytváří průnik těchto pruhů. Dále jsou v každém obrazovém generátoru zpožďovací obvody, které umožňují měnit polohu vodorovného a svislého pruhu.

Na obr. 101 je uveden příklad zapojení obrazového generátoru s tranzistorem. Na první pohled je zřejmé, že zpožďovací obvody jsou podobné zpožďovacím obvodům



Obr. 101. Zapojení obrazového generátoru s tranzistorem

obrazových generátorů s integrovanými obvody. To znamená, že na velikosti ovládacího napětí, které je přivedeno přes odpor  $R_1$  na katodu diody  $D_1$  bude záviset časové zpoždění záporného impulsu na kolektoru tranzistoru  $T_1$  (dobu zpoždění zde uvažujeme vzhledem k rádkovému synchronizačnímu impulsu, který je přiveden na anodu diody  $D_1$ ). Kondenzátor  $C_3$  se vlivem derivačního charakteru obvodu  $R_{BE}C_3$  ( $R_{BE}$  je odpor dráhy báze-emitor tranzistoru  $T_2$ , který je ve vodivém stavu) při sestupné (týlové) hraně rádkového synchronizačního impulsu nabije záporným napětím a tranzistor  $T_2$  se uzavře. Výstupní napětí na kolektoru  $T_2$  bude mít tedy stejnou úroveň jakou má napájecí napětí. Kondenzátor  $C_3$  se dále začne přes odpory  $R_7$  a  $R_{11}$  nabíjet napětím opačné polarity. Dosáhne-li napětí na kondenzátoru  $C_3$  asi 0,5 V, tranzistor  $T_2$  se otevře a jeho kolektorové napětí se zmenší k nule. Délka kladného impulsu na kolektoru  $T_2$  je tedy určena časovou konstantou  $R_7, R_{11}, C_3$ .

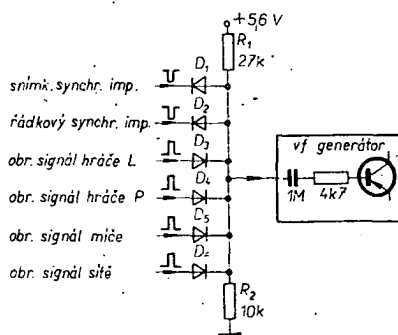
Podobným způsobem, jakým pracuje generátor vstříelného pruhu, pracuje i generátor vodorovného pruhu s tranzistorem  $T_3$  a  $T_4$ . Vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná o prodloužení impulsu (vstupní snímkový synchronizační impuls má délku asi 280  $\mu s$ , zatímco požadovaný výstupní impuls má délku přibližně asi 1 ms), je zde zavedena vazba kondenzátorem  $C_5$ , která zajišťuje správnou funkci tohoto generátoru.

Jak je vidět z obr. 101, tranzistory  $T_2$  a  $T_4$  mají společný kolektorový odpor ( $R_8, R_6$ ). V důsledku toho bude mít výstupní napětí úroveň napájecího napětí pouze v tom případě, budou-li oba tranzistory v nevodivém stavu. To znamená, že tranzistory zde plní funkci hradla NOR – proto bude na výstupu kladný impuls, který odpovídá průniku vstříelného a vodorovného pruhu.

Trimrem  $R_7$  je možno nastavit šířku a trimrem  $R_{10}$  výšku maket hráče a míče na obrazovce televizoru.

#### Slučovací obvod

Ke sloučení všech obrazových signálů a synchronizačních impulsů můžeme použít stejné zapojení, jaké bylo uvedeno v TV tenisu. Na obr. 102 je modifikované zapojení slučovacího obvodu, vhodné pro tranzistorovou verzi. Předpětí použitých diod (odpory  $R_1$  a  $R_2$ ) zaručuje, že amplituda kladných impulsů z obrazových generátorů bude mít maximálně úroveň napájecího napětí a mini-

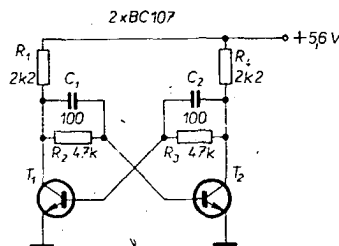


Obr. 102. Zapojení slučovacího obvodu

málně úroveň předpětí diod (úroveň černé barvy). Záporné synchronizační impulsy budou maximálně na úrovni nuly a minimálně na úrovni černé. Výsledný signál ze slučovacího obvodu je dále použit k modulaci vysokofrekvenčního generátoru.

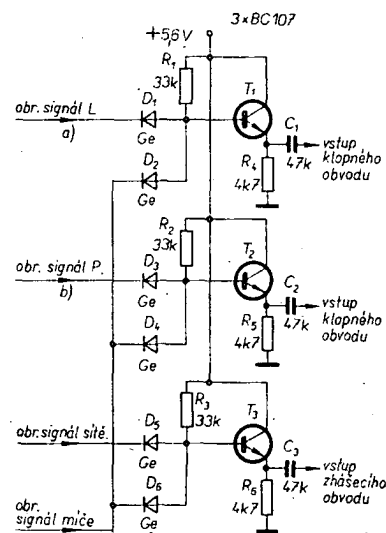
#### Obvody ovládající pohyb míče

Podobně jako při použití integrovaných obvodů je k ovládání pohybu míče použit bistabilní klopný obvod. Napěťový skok na výstupu klopného obvodu (při změně jeho stavu) je přiveden na vstup integrátoru. Na výstupu integrátoru bude potom napětí, jehož průběh v závislosti na času bude mít přibližně pilovitý průběh. Takto získaným napětím jsou pak ovládány zpožďovací obvody v obrazových generátorech. Na obr. 103 je



Obr. 103. Zapojení bistabilního klopného obvodu s tranzistorem

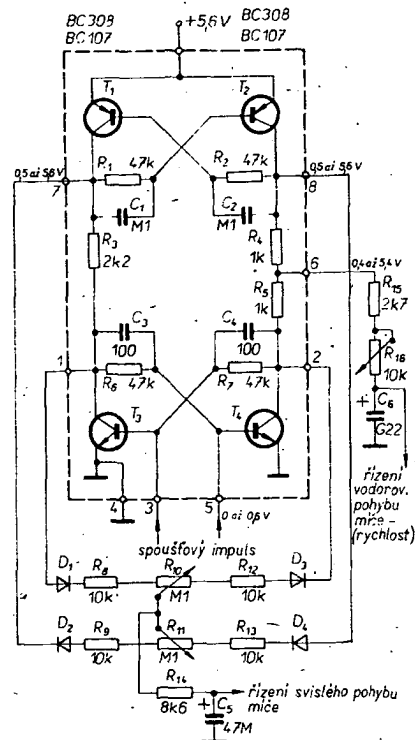
zapojení bistabilního klopného obvodu s tranzistorem. Jak je na první pohled vidět, jedná se o zcela běžné zapojení symetrického bistabilního klopného obvodu. Tento klopný obvod je ovládán kladnými impulsy, které jsou přivedeny na báze tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ . Ovládací kladné impulsy obdržíme z obvodů, které vyhodnocují dotyk míče s raketou



Obr. 104. Diodové hradlo AND

levého nebo pravého hráče. Na obr. 104 je uvedeno zapojení jednoduchého diodového hradla AND. Tranzistory  $T_1, T_2, T_3$  pracují pouze jako oddělovací členy. Vyskytne-li se například na obou vstupech hradla a) současně kladný impuls (dotyk míče s raketou levého hráče), objeví se kladný impuls i na výstupu tohoto hradla. Tento kladný impuls pak způsobí změnu stavu bistabilního klopného obvodu a v důsledku toho se míč začne pohybovat obráceným směrem. (Podrobně vysvětlení bylo uvedeno již dříve).

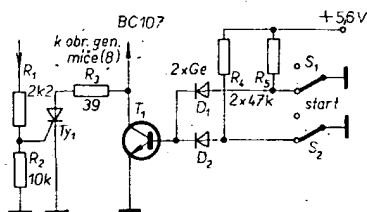
Požadujeme-li automatický pohyb míče ve vstříelném i vodorovném směru, budeme potřebovat stejně jako v integrovaném provedení tyto klopné obvody dva. Pokud nám bude stačit pouze jeden pohyb automatický, např. vodorovný, vystačíme pouze s jedním klopným obvodem. V tomto případě je výhodnější varianta bistabilního klopného obvodu uvedená na obr. 105, v níž se používají dva klopné obvody s tranzistorem p-n-p a n-p-n, spojené v sérii, takže tvoří vlastně můstkové zapojení. Komplementární páry  $T_1$  a  $T_3$



Obr. 105. Můstkové zapojení bistabilního klopného obvodu

(nebo  $T_2$  a  $T_1$ ) jsou vždy současně ve vodivém nebo nevodivém stavu. Klopný obvod lze překlápět kladnými impulsy, přivedenými na báze  $T_3$  a  $T_4$ . Současně se změnou stavu klopného obvodu, tj. se změnou smyslu vodorovného směru pohybu míče, se přepíná řízení svislé polohy míče (potenciometry  $R_{10}$  a  $R_{11}$ ) na hrací pult protihráče, který může s míčem pohybovat a ztížit tak zásah protihráče.

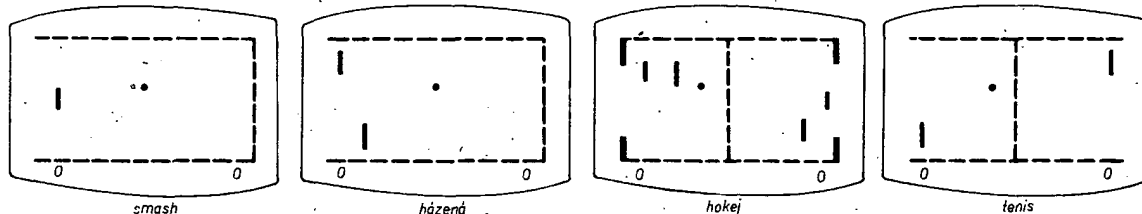
Ručně řídit svislou složku pohybu míče je vhodné ve hře, která svým způsobem simuluje skutečnou sportovní hru – odbíjenou. V této herní variantě je použit ještě navíc jeden obrazový generátor, který ve středu obrazovky vytváří bílý střední pruh (síť) asi do její poloviční výšky. Při této hře je důležité nejen zasáhnout letící míč, ale také jej po zásahu „přehrát“ přes síť na stranu protihráče. Dotyk míče se sítí budeme považovat za chybný bod. K vyhodnocení dotyku míče se sítí můžeme použít stejný obvod, jaký byl použit k vyhodnocení dotyku míče s hráčem. Impuls, který získáme při dotyku míče se sítí, můžeme dále použít k vybavení zhašecího obvodu (obr. 106). Po přivedení



Obr. 106. Zapojení zhašecího obvodu

kladného řídicího impulsu na řídicí elektrodu tyristoru  $Ty_1$  přejde tyristor do vodivého stavu a zkratuje tak signál na výstupu obrazového generátoru míče. Výsledkem bude, že míč zmizí z obrazovky (po dotyku míče se sítí).

Hra může být potom znovu zahájena sepnutím spínače  $S_1$  (nebo  $S_2$ ) na ovládacím pultu některého z hráčů. Stisknutím některého z uvedených spínačů tlačítek se dostane tranzistor  $T_1$  do vodivého stavu. To znamená, že se napětí na jeho kolektoru a tím i také na anodě tyristoru  $Ty_1$  zmenší na nulu. Nulové napětí na anodě tyristoru  $Ty_1$  znamená, že tyristor přejde do nevodivého stavu a míč se stane opět viditelným na obrazovce televizoru.



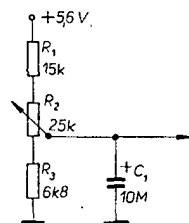
Obr. 108. Vnější vzhled některých televizních her

ru. Současně se sepnutím spínače ve zhašecím obvodu je nutné také sepnout kontakty spínače v obvodu klopného obvodu. Tímto způsobem je totiž zaručeno, že se po vybavení tlačítka „start“ míč bude pohybovat směrem k soupeřově straně.

Konečně na obr. 107 je uvedeno zapojení potenciometrů, které ovládají vodorovnou a svislou polohu hráčů (raket).

#### Nápadení televizní hry s tranzistory

Vzhledem k tomu, že je přístroj osazen diskretními součástkami, které mají vzhledem k číslicovým integrovaným obvodům



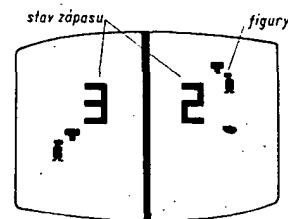
Obr. 107. Zapojení potenciometrů, které ovládají svislou a vodorovnou polohu raket

značně menší spotřebu, lze přístroj napájet z baterie. Je to výhodné jak z hlediska snadného připojení, tak i z hlediska bezpečnosti samotných hráčů. Celkový střední odběr není větší než 20 mA. Napětí šesti malých monočlánků může být stabilizováno sériovým stabilizátorem na 5,6 V, což umožňuje provoz i při dosti vybitých bateriích, které tak mohou být využity až do úplného vyčerpání kapacity. Z jedné sady baterií je možno přístroj provozovat více než 100 hodin.

#### Současný stav v oblasti televizních her

Jaký je současný stav v oblasti televizních her nejlépe dokumentuje konference v Chicagu ve dnech 13. až 16. června 1976 [23]. Jedním z témat konference byly právě televizní hry. V rámci konference byla též uspořádána výstava z tohoto oboru spotřební elektroniky. Návštěvníci měli tak možnost přímo se seznámit s televizními hrami, které jsou komerčně vyráběny. Tyto hry byly upraveny tak, že návštěvník mohl hrát sám nebo s jiným návštěvníkem, případně se zástupcem firmy, která přístroj vystavovala. V některých případech byl průběh hry zaznamenán na magnetofonový pásek a ze záznamu předváděn na televizoru.

Na výstavě byla zastoupena i firma Magnavox, která uvedla na trh první televizní hru pod názvem Odyssey. V Chicagu firma Magnavox vystavovala typy Odyssey 300, 400 a 500. Odyssey 300 a 400 umožňují hrát tři hry: tenis, hokej, smash (obr. 108). Třetí hru mohou s přídavným zařízením hrát i čtyři hráči. Stav televizního zápasu je zobrazen digitálně přímo na obrazovce televizoru. Hráči mohou ovládat rychlost a směr pohybu



Obr. 109. Pohled na obrazovku při hře s přístrojem Odyssey 500

Podobný přístroj zde vystavovala i firma National Semiconductor pod názvem Adversary.

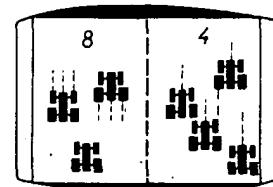
Ze digitální zobrazení stavu zápasu přímo na obrazovce televizoru není záležitost nikterak levná, dokumentovala firma Videomaster z Anglie. Tato firma zde vystavovala jednak přístroj nazvaný Videomaster Rallye, který umožňuje hrát čtyři hry a jednak další přístroj pod názvem Videomaster Olympic, který umožňuje hrát 7 her. Stav zápasu se na těchto přístrojích počítá ručně pomocí jednoduchých mechanických počítadel.

Mimo počet her, které lze na jednotlivých přístrojích hrát, liší se přístroje navzájem též způsobem, jak je možno jednotlivé hry hrát. Tak např. u některých přístrojů je možno volit úhel odrazu míče po zásahu raketou, rychlost míče po zásahu (síla úderu) atd. Tato volba se ponechává buď na hráči, nebo probíhá automaticky.

Některé z vystavovaných televizních her jsou též vyráběny jako mincovní automaty. Tyto hry se hrají na barevném televizoru. Stav zápasu je zobrazen přímo na obrazovce. Tyto hry jsou většinou vybaveny automatikou, která zvětšuje rychlost míče po zásahu. Zástupcem těchto přístrojů je „Super Pong“ firmy Atari Inc. Cena přístroje je asi 90 dolarů.

Kromě běžných her byl předváděn přístroj Indy 500, který simuluje automobilové závody. Stylizované makety aut (obr. 110) se pohybují svisle po obrazovce. Hráč závodník pak změnou rychlosti auta ovládá pohyb svého vozu tak, aby nedošlo ke srážce. Každá srážka je digitálně indikována přímo na obrazovce televizoru.

Předcházející typy přístrojů jsou ve většině případů konstruovány tak, že je možno s nimi hrát asi čtyři různé hry. Je to dáno tím, že většina přístrojů je osazena stejnými, nebo podobnými integrovanými obvody. Zdá se,



Obr. 110. Pohled na obrazovku při hře s přístrojem Indy 500

že velký skok dopředu učinila firma Fairchild, která na výstavě v Chicagu předváděla přístroj, jehož základem je paměť ROM. V paměti je pak pevně uložen program asi pro čtyři různé hry. Samotná paměť je uložena v kazetě, která je konstruována jako výměnný díl. To znamená, že výměnou kazety se získá možnost hrát na stejném přístroji další hry. Firma Fairchild předpokládá, že na vánoce 1976 bude moci dodat na trh čtyři kazety a se základní pamětí se tak bude moci hrát 17 her. První z kazet byla ohlášena již na srpen 1976. Cena základního přístroje je asi 100 až 150 dolarů. Cena výměnné kazety je 20 dolarů.

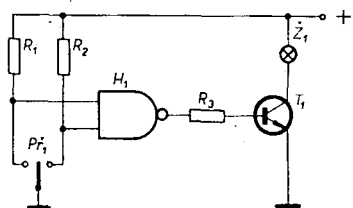
Konstrukterům, kteří se chtějí s různými typy televizních her seznámit hlouběji, je možno doporučit literaturu [24], [25], [26], [27]. Tato literatura bude ovšem ve většině případů sloužit pouze jenom jako zdroj námětů k různým herním variantám a nikoli jako stavební návody. V konstrukcích jsou totiž použity aktivní prvky, které ve většině případů nemají zatím ve výrobním programu n. p. TESLA ekvivalenty.

### Dodatek

#### Přípravek pro zkoušení číselových integrovaných obvodů MH7400

Ze schémat zapojení a materiálových rozpisů konstrukčního návodu na televizní hru je patrné, že finančně nejnákladnější položku tvoří číselové integrované obvody MH7400 (celkem 11 kusů). Náklady na jejich pořízení můžeme do značné míry snížit zakoupením těchto obvodů v různých bazarech, případně v rožnovské prodejně mimo-tolerantních součástek – pak je ovšem nezbytné kvalitou takto získaných obvodů před jejich zapájením do destiček s plošnými spoji nějakým způsobem ověřit, neboť při vyjímání vadného obvodu by patrně došlo ke značnému poškození spojů na destičce. S dále popsaným přípravkem můžeme jednoduše přezkoušet základní funkce obvodu MH7400.

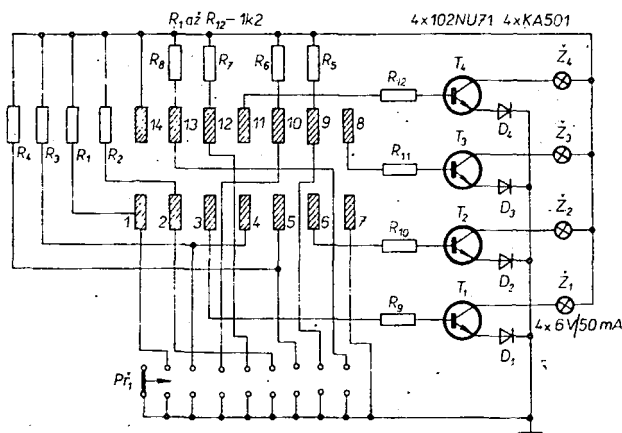
Při zkoušce se měří jednotlivá hradla integrovaného obvodu ve statickém režimu (obráz. 111). Vstupy každého hradla jsou při



Obr. 111. Zapojení pro měření hradel ve statickém režimu

zkoušce připojeny přes odpory  $R_1$  a  $R_2$  na úroveň log. 1, takže na výstupu je úroveň log. 0. V tom případě tranzistor  $T_1$  nepovede a žárovka, zapojená v jeho kolektoru, nesvítí. Jakmile však přivedeme na některý ze vstupů napětí úroveň log. 0, přejde výstup na úroveň log. 1 a žárovka se rozsvítí. Jak je vidět ze zapojení vlastního zkušebního přípravku na obr. 112, má výstup každého hradla svůj vlastní tranzistor se žárovkou. Vstupy jednotlivých hradel se připojují na úroveň log. 0 přepínačem  $P_1$ . V první poloze přepínače nesmí svítit žádná ze žárovek. V dalších polohách se mají postupně rozsvěcet jedna žárovka za druhou tak, jak se přepínačem

Obr. 112. Zapojení přípravku k měření obvodu MH7400



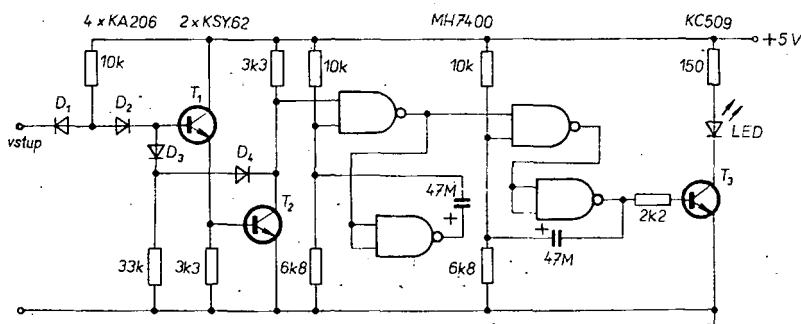
uzemňují příslušné vstupy jednotlivých hradel.

K napájení přípravku stačí jednoduchý stabilizátor, popsaný podrobně v [28] – pokud budeme přípravek napájet přes transformátor ze sítě. Stejně dobře však k napájení postačuje čerstvá plochá baterie. Celý přípravek snadno umístíme do bakelitové krabičky B6. Na horní plochu krabičky přilepíme epoxidovým lepidlem konektor pro zasouvání zkoušených obvodů, vývody konektoru prostrčíme předem vyvrtanými otvory do vnitřku skříňky, kde je propojíme s ostatními obvody (s přepínačem, signalizačními obvody atd.).

#### Sonda pro zkoušení funkce logických obvodů

Při ožiování nejrůznějších zapojení sestavených z číselových integrovaných obvodů se osvědčuje (a proto také velmi často používá) tzv. logická sonda. Značné množství výrobců ve světě vyrábí velmi široký sortiment těchto sond, od nejjednodušších (umožňujících pouze identifikovat, zda v určitém bodě, na který se přiloží hrot sondy, je úroveň log. 0 nebo log. 1) až po velmi složité (které umožňují sledovat činnost celého integrovaného obvodu najednou).

Pro usnadnění práce při vývoji a zkoušení obvodů televizní hry jsme si vyrobili podle informací v literatuře [29], [30], [31] sondu, která je velmi užitečná a přitom díky jednoduchému zapojení poměrně snadno realizovatelná. Sondou je možné rychle identifikovat ve sledovaném zapojení logické úrovně. Jak je ze schématu na obr. 113 vidět, obsahuje zapojení dva monostabilní klopné obvody s časovou konstantou asi 0,2 s. S jejich pomocí můžeme tedy sledovat kladné i záporné impulsy, i když je jejich šířka řádu desítek nanosekund. To umožňuje nejen prověřovat činnost různých generátorů periodických impulsů, ale také sledovat ojedinělé impulsy, jejichž zachycení osciloskopem může být někdy značně obtížné.



Obr. 113. Zapojení logické sondy

Díky využití nových součástek (odpory řady TR 191 a kapkové tantalové elektrolytické kondenzátory) se nám podařilo zapojení realizovat v pouzdru přijatelných rozměrů. Vnější průměr duralové trubky, která tvoří pouzdro sondy, je 16 mm, délka sondy s dotykovým hradlem je asi 120 mm. K indikaci jsme použili luminiscenční diodu, umístěnou v hlavici sondy u dotykového hrotu. Lepší představu je možné získat z fotografií, uvedených na obálce časopisu.

Podrobným popisem zapojení sondy ani principem činnosti jsme se úmyslně nezabývali, zájemci jej naleznou v citované literatuře.

### Literatura

- [1] Igošev, B.; Komskij, D.: Igrajuščije avtomaty. Radio (SSSR) č. 5/1975, s. 48.
- [2] Coles, D.: Battle Chess. Practical Electronics, srpen 1973, s. 664.
- [3] Garusievicz, T.: Wojna szachowa-gra elektroniczna. Radioamator i krótkofalowiec č. 10/1975, s. 219.
- [4] Bless, G.: Elektronisches Tischfußballspiel. Funkschau č. 14/1975, s. 91.
- [5] Fernseh-Zusatzgerät ermöglicht Spiele. Funktechnik č. 13/1972, s. 464.
- [6] Roth, K.: Fernsehbildschirm jetzt auch Spielfeld. Funktechnik č. 17/1973, s. 626.
- [7] Bless, G.: Odyssee, ein elektronischer Spielsimulator. Funktechnik č. 24/1973, s. 928 až 933.
- [8] Televizní obrazovka hřištěm. Sdělovací technika č. 12/1974, s. 475.
- [9] Němeček, J.: Celostátní televizní alfabetický informační systém. Sdělovací technika č. 6/1972, s. 226.
- [10] Přesný čas na televizoru. Sdělovací technika č. 5/1972, s. 196.
- [11] Má domácí faxsimile budoucnost? Sdělovací technika č. 2/1972, s. 67 až 69.
- [12] Home TV game chip plays six games. Electronics č. 24/1975, s. 46, 48.

- [13] *Havelka, J.*: Televize. SNTL: Praha 1956.
- [14] *Oravský, D.; Svatoň, V.; Vomela, L.*: Televizní obvody. SNTL: Praha 1964.
- [15] Aktivní stavební prvky. Informační publikace n. p. TESLA Rožnov.
- [16] *Nye, A.*: Simple current-limited stabilizer. Wireles World č. 1452/1973.
- [17] *Lubcke, B.; Itzehoe, D.*: Bildschirm – Tennis. Elektor, říjen 1974, s. 10 až 50.
- [18] TV – Tenis. Elektor, listopad 1975 s. 1113.
- [19] TV – Tenis. Elektor, duben 1976, s. 4 až 46.
- [20] TV – Tenis. Elektor, květen 1976, s. 5 až 32.
- [21] *Říha, J.*: Generátor mříží. Příloha AR 1975.
- [22] *Vančata, M.*: Konvertor pro II. TV program. Příloha AR 1975.
- [23] Fernsehspiele, die Atraktion von 1976.
- [24] *Stechler, L.*: TV games at home. Radio-Electronics, prosinec 1975, s. 29.
- [25] *Pichulo, R.*: Build this great TV game. Radio-Electronics, červen 1976, s. 35, červenec 1976, s. 56.
- [26] *Waite, M.; Brown, L.*: TV-Electronic game projects. Popular Electronics, duben 1976, s. 75.
- [27] *Weisbecher, J.*: Build space-war game. Popular Electronics, duben 1976, s. 41.
- [28] AR 4/76, řada B.
- [29] Technické zprávy n. p. TESLA Rožnov: Příklady použití číslicových integrovaných obvodů.
- [30] Integrované obvody a jejich použití. VÚMS: Praha 1974.
- [31] *Zíma, J.*: Číslicová technika. RK č. 6/1971.

## Seznam součástek

### Modul generátoru synchronizačních impulsů

<b>Odpory</b>	
$R_1$	TR 151 5k6, 5,6 kΩ
$R_2$	TR 151 820, 820 Ω
$R_3$	trimr TP 111 4k7, 4,7 kΩ
$R_4, R_{10}$	TR 151 390, 390 Ω
$R_5, R_{12}$	TR 151 33k, 33 kΩ
$R_6, R_{13}$	TR 151 4k7, 4,7 kΩ
$R_7, R_{15}$	TR 151 1k, 1 kΩ
$R_8$	TR 151 220, 220 Ω
$R_9$	TR 151 2k7, 2,7 kΩ
$R_{11}$	TR 151 100, 82 Ω
$R_{14}$	TR 151 1k8, 1,8 kΩ

<b>Kondenzátory</b>	
$C_1, C_2$	TK 783 15n, 15 nF
$C_3$	TK 783 10n, 10 nF
$C_4$	TE 124 1M5, 1,5 μF
$C_5$	TE 981 50M, 50 μF

<b>Integrované obvody</b>	
$IO_1, IO_2, IO_3$	MH7400

<b>Tranzistory</b>	
$T_1, T_2$	KC508

<b>Diody</b>	
$D_1, D_3, D_4, D_5$	KA501
$D_2$	KZ141
Konektor řadový WK 46206	
Deska s plošnými spoji L 203	

### Modul generátoru obrazu míče

<b>Odpory</b>	
$R_{17}, R_{22}$	TR 151 2k7, 2,7 kΩ
$R_{18}, R_{23}$	TR 151 10k, 10 kΩ
$R_{19}, R_{24}$	TR 151 M1, 100 kΩ
$R_{20}, R_{25}$	TR 151 2k2, 2,2 kΩ
$R_{21}$	TR 151 270, 270 Ω
$R_{26}$	TR 151 390, 390 Ω
$R_{27}, R_{28}$	TR 151 1k, 1 kΩ

<b>Kondenzátory</b>	
$C_6$	TE 981 50M, 50 μF
$C_7, C_{10}$	TE 152 50M, 50 μF
$C_8$	TK 783 1n5, 1,5 nF

$C_9$	TK 783 4n7, 4,7 nF
$C_{11}$	TK 782 M15, 0,15 μF (tři paralelně)
$C_{12}$	TE 125 1M, 1 μF

<b>Integrované obvody</b>	
$IO_4, IO_5$	MH7400

<b>Tranzistory</b>	
$T_3$ až $T_5$	KC508

<b>Diody</b>	
$D_6$ až $D_{10}$	KA501

Konektor řadový WK 46206	
Deska s plošnými spoji L 204	

### Moduly generátorů obrazu rakety

<b>Odpory</b>	
$R_{29}, R_{33}, R_{37}, R_{41}$	TR 151 10k, 10 kΩ
$R_{30}, R_{34}, R_{38}, R_{42}$	TR 151 M1, 0,1 MΩ
$R_{31}, R_{35}, R_{39}, R_{43}$	TR 151 2k2, 2,2 kΩ
$R_{32}, R_{40}$	TR 151 270, 270 Ω
$R_{36}, R_{44}$	TR 151 390, 390 Ω

<b>Kondenzátory</b>	
$C_{13}, C_{20}$	TE 981 50M, 50 μF
$C_{14}, C_{17}, C_{18}, C_{21}, C_{24}, C_{25}$	TK 782 M15, 0,15 μF (tři paralelně)
$C_{15}, C_{22}$	TK 783 1n5, 1,5 nF
$C_{19}, C_{26}$	TE 124 4M7, 4,7 μF

<b>Integrované obvody</b>	
$IO_6$ až $IO_9$	MH7400

<b>Tranzistory</b>	
$T_9$ až $T_{12}$	KC508

<b>Diody</b>	
$D_{11}$ až $D_{16}$	KA501

Konektory řadové WK 46206	
Desky s plošnými spoji L 205	

### Modul ovládání pohybu míče

<b>Odpory</b>	
$R_{45}$	TR 151 470, 470 Ω
$R_{46}, R_{48}$	TR 151 2k7, 2,7 kΩ
$R_{47}, R_{49}$	TR 151 1k, 1 kΩ
$R_{50}$	TR 151 33k, 33 kΩ
$R_{51}, R_{52}$	TR 151 12k, 12 kΩ

<b>Kondenzátory</b>	
$C_{28}$	TC 281 560, 560 pF
$C_{27}$	TE 125 4M7, 4,7 μF
$C_{29}$	TE 984 20M, 20 μF

<b>Integrované obvody</b>	
$IO_{10}, IO_{12}$	MH7400
$IO_{11}$	MH7474

<b>Tranzistory</b>	
$T_{13}, T_{14}$	KC508

<b>Diody</b>	
$D_{17}$ až $D_{20}$	GAZ51

Konektor řadový WK 46206	
Deska s plošnými spoji L 206	

### Napájecí modul

<b>Odpory</b>	
$R_{60}$	TR 151 2k2, 2,2 kΩ
$R_{61}$	TR 151 (viz text)
$R_{62}$	TR 151 4k7, 4,7 kΩ
$R_{63}$	TR 151 1k5, 1,5 kΩ
$R_{64}$	TR 144 1j5, 1,5 Ω

<b>Kondenzátory</b>	
$C_{19}$	TE 984 1G, 1000 μF
$C_{20}$	TE 002 50M, 50 μF
$C_{41}$	TK 783 1n, 1 nF
$C_{42}$	TE 981 G2, 200 μF

<b>Integrovaný obvod</b>	
$IO_{13}$	MAA723H

<b>Tranzistor</b>	
$T_{16}$	KU602

<b>Diody</b>	
$D_{21}$ až $D_{24}$	KY130/80

Konektor řadový WK 46206	
Deska s plošnými spoji L 201	

### V1 modul

<b>Odpory</b>	
$R_{53}, R_{54}$	TR 151 1k5, 1,5 kΩ
$R_{55}$	TR 151 3k9, 3,9 kΩ
$R_{58}$	TR 151 1k, 1 kΩ
$R_{57}$	TR 151 10k, 10 kΩ
$R_{56}$	TR 151 5k6, 5,6 kΩ
$R_{59}$	TR 151 100, 100 Ω

<b>Kondenzátory</b>	
$C_{30}, C_{32}$	TK 754 82, 82 pF
$C_{31}$	TE 125 1M, 1 μF
$C_{33}$	TK 650 3j3, 3,3 pF
$C_{34}$	trimr WK 701 22, 0,5 až 5 pF
$C_{35}$	TK 650 18, 18 pF
$C_{36}$	TK 650 6j8, 6,8 pF
$C_{37}, C_{38}$	TK 783 2n2, 2,2 nF

<b>Cívky</b>	
$L_1$	4 z drátu $\phi$ 1 mm
$L_2$	viz text
<b>Tranzistor</b>	
$T_{15}$	GF507

Konektor řadový WK 46206	
Deska s plošnými spoji L 202	

### Ovládací panely

<b>Odpory</b>	
$R_{70}$	trimr TP 111 15k, 15 kΩ
$R_{71}$	TR 151 27k, 27 kΩ
$R_{72}, R_{76}, R_{79}, R_{83}$	potenciometr tahový 10 kΩ lineární
$R_{73}$	TR 151 10k, 10 kΩ
$R_{74}$	TR 151 M15, 0,15 MΩ
$R_{75}$	TR 151 10k, 10 kΩ
$R_{77}$	trimr TP 111 M1, 0,1 MΩ
$R_{78}$	TR 151 50k, 50 kΩ
$R_{80}$	TR 151 5k6, 5,6 kΩ
$R_{81}$	TR 151 6k8, 6,8 kΩ
$R_{82}$	TR 151 10k, 10 kΩ

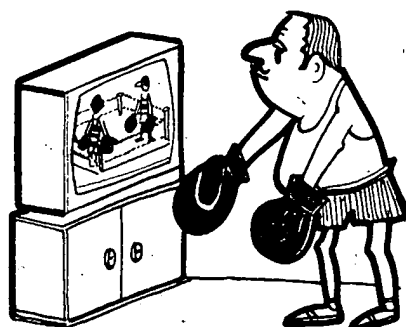
<b>Kondenzátory</b>	
$C_{43}$	TK 782 M15, 0,15 μF
$C_{44}$	TE 984 5M, 5 μF

<b>Tlačítkové spínače</b>	
$S_1$ až $S_4$	viz text

### Součástky, umístěné ve skřínce přístroje

<b>Odpory</b>	
$R_{65}, R_{68}$	potenciometr TP.052 1k5, 1,5 kΩ
$R_{16}$	potenciometr TP 052 10k, 10 kΩ
$R_{66}, R_{67}$	TR 151 1k, 1 kΩ
$R_{69}$	TR 151 10k, 10 kΩ

<b>Ostatní součásti</b>	
Transformátor viz text	
Konektory řadové WK 46 516	
Síťový páčkový spínač	



Kontrolní doutnavka  
Konektor souosý (koaxiální) viz text  
Pojistkové pouzdro  
Přístrojové knoflíky WF 24303  
Konektory pětikolíkové viz text  
Flexošňůra síťová třípramenná  
Ní šňůry pětipramenné  
Účastnická šňůra televizního rozvodu STA  
Deska s plošnými spoji L 207 pomocného modulu

Tab. 4.

	Modul							Ø vodiče [mm]
	A	C	D	B	E	F	G	
Napájecí napětí +5 V	8,9	6,9	6,9	7,11	11	3,4	9,10	1,5
Vstup ref. napětí	—	—	—	—	—	—	7,8	0,5
Snímkové synchr. impulsy	10,11	10	10	10	—	—	—	1,0
Snímkové synchr. impulsy	6,7	—	—	—	8	—	—	1,0
Řádkové synchr. impulsy	12	5	5	4	—	—	—	1,0
Synchr. směs a obrazové signály	4,5	8	8	9	—	1,2	—	1,0
Obraz. signál levé rakety	—	7	—	—	12	—	—	1,0
Obraz. signál pravé rakety	—	—	7	—	1	—	—	1,0
Obraz. signál míče	—	—	—	8	9	—	—	1,0
Ovládání svislé polohy míče	—	—	—	1	4	—	—	0,5
Ovládání vodorovné polohy míče	—	—	—	6	5	—	—	0,5
Ovládání svislé polohy rakety	—	12	12	—	—	—	—	0,5
Ovládání vodorovné polohy rakety	—	4	4	—	—	—	—	0,5
Předvolba levého hráče	—	—	—	—	7	—	—	0,5
Předvolba pravého hráče	—	—	—	—	6	—	—	0,5
Vf výstup	—	—	—	—	—	9, 10, 12	—	souosý kabel
0V (zem)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	11,12	1,2,3	1,5

#### Několik poznámek k propojení konektorů jednotlivých modulů

Ke snázejšímu propojení kontaktů jednotlivých konektorů modulů (obr. 68) je dále uvedena tabulka (tab. 4), v níž jsou čísla kontaktů jednotlivých konektorů s vysvětlením, jaký signál se na ně přivádí. Dále je v tabulce uveden i vhodný průměr drátu k propojení jednotlivých kontaktů. Tabulka by také měla usnadnit oživení a správné nastavení jednotlivých modulů.

Na tomto místě je vhodné upozornit, že jak zem vlastního přístroje, tak i souosý konektor jsou galvanicky odděleny od kovové skříňky přístroje. Souosý konektor je propojen s modulem F souosým kabelem o Ø 3 mm, zem na destičce modulu F je propojena vodičem o Ø 1 mm s vnější částí souosého konektoru.

#### POZOR!

Redakce ve spolupráci s prodejnou TESLA v Pardubicích zajistila kompletní stavebnice televizního tenisu, jehož popis je v tomto AR-B. Stavebnice stojí přes 2000 Kčs (asi 2200 Kčs) včetně desek s plošnými spoji, síťového transformátoru, knoflíků, symetrizačního členu, signální kontrolky, síťového tlačítka a konektorů.

Adresa prodejny je: TESLA, Palackého 580, 530 00 Pardubice.

Stavebnice lze odebrat osobně nebo objednat na dobírku.

## Vývoj a perspektivy elektroniky - mikroprocesory

V minulosti byla hlavní pozornost výrobců polovodičových součástek věnována vývoji integrovaných obvodů, které byly většinou přímou náhradou obvodů z diskretních součástek. Postupem doby se však rozdíl mezi obvodovým zapojením klasicky řešených obvodů a integrovaných obvodů stále zvětšoval a vznikla celá řada obvodů se zcela originálním způsobem obvodového řešení. Objevy nových fyzikálních principů spolu s vývojem pokroku výrobních technologií umožnily vyrobít řadu zcela nových obvodů, které až dosud v klasickém provedení neexistovaly; např. různé druhy polovodičových pamětí, obvody pro elektronické kalkulačky, pro náramkové hodinky atd. Tento pokrok je nejvýraznější zejména v číslicových obvodech. Funkce starších typů číslicových obvodů je přímo určena při výrobě způsobem obvodového zapojení. Příkladem je ve velmi širokém měřítku zpracovávaná řada číslicových obvodů TTL typu SN74N fy Texas Instruments. Tato řada obsahuje velké množství základních logických obvodů, posuvných registrů, děličů kmitočtu, převodníků kódu, čítačů, sčítaček, multiplexerů atd. Celkem se jedná asi o 300 druhů obvodů a zřejmě je stále obtížnější vyvíjet stále nové obvody s jiným způsobem zapojení. Nemluvě již o technických otázkách by to vedlo k rozšiřování sortimentu a k relativnímu zmenšování spotřeby (odbytu) již vyráběných obvodů. Dalším omezujícím činitelem je také to, že při dalším rozšiřování této řady by se vždy jednalo především o složitější specializované obvody, jejichž odbyt by asi nebyl příliš značný.

Proto byly hledány nové cesty, jak rozšířit aplikovatelnost již vyráběných obvodů a to pomocí nových druhů obvodů (pamětí

apod.). Výsledkem těchto snah jsou mikroprocesory. Při zjednodušeném pohledu můžeme mikroprocesor charakterizovat jako velmi složitý číslicový integrovaný obvod LSI, u něhož lze řídit funkci pomocí programu. Tzn., že s jedním typem mikroprocesoru je možno řešit širokou oblast aplikací. Při stejné konfiguraci, tj. se stejnou deskou s plošnými spoji a stejným vnitřním uspořádáním základního přístroje je možno např. realizovat regulátor parní turbíny, řídicí systém dopravníku, regulátor papírenských strojů atd. Hlavní rozdíl v různých aplikacích mikroprocesorového systému bude tedy především v programu – programy se vytvářejí na základě znalosti specifických požadavků té či oné aplikace. Těžší problém se tedy přesouvá na vývoj software, tj. programového zabezpečení aplikace. Naopak hardware, tj. obvodová nebo systémová konfigurace zůstává pro určitý rozsah aplikací stejná, nebo se liší pouze různou kapacitou pamětí RAM, ROM, popř. různým počtem vstupů k připojení různých periferních zařízení.

Hlavním rozdílem mikroprocesorových systémů proti systémům s pevně propojenou logikou je možnost programovat všechny funkce systému. Systémy s pevně propojenou logikou mají funkci určenu již při návrhu a vývoji systému a nelze ji změnit bez změny zapojení. Proto je třeba při každém novém vývoji navrhovat nové zapojení logických a sekvenčních obvodů, nové desky s plošnými spoji a většinou i nové konstrukční uspořádání přístroje.

U systému s mikroprocesorem se většinou pro nová použití při vývoji jiného přístroje vystačí s vývojem nového programu a s výměnou odpovídajících pamětí ROM programu. Mikroprocesorové systémy zásadně používají jako nosného média k uložení programu polovodičové paměti ROM. Výjimkou jsou přístroje, které se vyrábějí v malých sériích – u těch se používají i paměti PROM. Pro vývojové účely se pak používají

i paměti EPROM (reprogramovatelné), které lze po smazání obsahu ultrafialovým světlem znovu použít pro „nahrání“ nového programu.

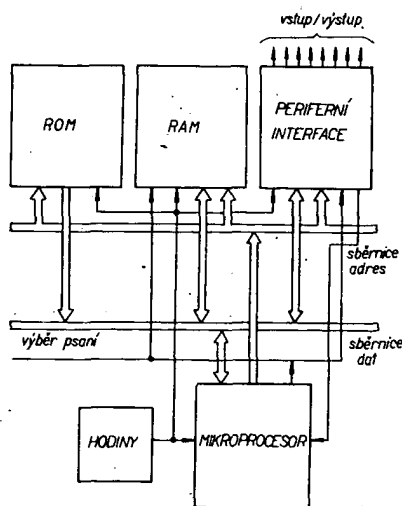
Jen pro srovnání – u minipočítačů a u větších počítačů se naopak k uložení programu používají jiná média – páskové paměti, diskové paměti apod., případně se musí program vždy po novém zapnutí počítače zavádět zvenčí.

Z hlediska systémové funkce představuje mikroprocesor polovodičovou centrální procesní jednotku (CPU) a je jednou z hlavních částí mikropočítače. Prvky mikroprocesoru jsou obvykle uloženy na jediném polovodičovém čipu nebo uvnitř společného pouzdra. Pouze v ojedinělých případech je mikroprocesor „rozložen“ na několika čípech. U mikroprocesorů pro mikropočítače s pevným instrukčním souborem je na čipu aritmeticko-logická jednotka, řídicí logická jednotka a řada univerzálních registrů pro přechodné uchování informací. V mikropočítačích s mikroprogramovanou soupravou obsahuje mikroprocesor navíc přidavnou řídicí paměťovou jednotku.

Obsah pojmu mikroprocesor se však přizpůsobuje novému vývoji v technologii a postupně zahrnuje i další části mikropočítačového systému. Firma Intel např. uvedla v loňském roce na trh mikroprocesor 8048, který obsahuje na jednom čipu kromě centrální procesní jednotky i paměť EPROM pro program (s kapacitou 8 kbitů) a paměť RAM pro data (s kapacitou 512 bitů) a obvody pro vstup/výstup. Očekává se, že v další etapě bude kapacita pamětí na čipu rozšířena a navíc se na čip uloží i převodníky A/D a D/A pro přímé připojení přístroje k regulačním obvodům. V dalším tomto trend vyúsť v řešení mikroprocesorů, které budou obsahovat na jednom čipu všechny hlavní části mikropočítače.

Mikroprocesorový systém je velmi jednoduchý v detailech a velmi složitý v celkovém





Obr. 1. Blokové schéma mikroprocesorového systému

pracovním režimu. Proto se pokusíme vyjádřit jeho hlavní funkční principy pomocí blokového schématu na obr. 1. Jednotlivé části systému jsou spojeny sběrnicemi. Sběrnice pro přenos adres bývá nejčastěji 16bitová, což znamená, že jde o 16 spojů, na nichž se mohou objevit signály o úrovni log. 0 nebo log. 1 v uspořádání odpovídajícím hodnotě adresy. Je-li např. všech 16 vodičů na úrovni log. 1, má místo v nějaké paměti adresu  $2^{16}$ . Při čtyřech adresových spojkách se mohou vyskytovat adresy od 0 do 15 (binárně 0000 až 1111). Adresových spojů bývá většinou 12 až 16, pak lze tedy adresovat 4096 až 65 536 míst v paměti.

Adresní sběrnice jsou obvykle jednosměrné, neboť všechny údaje a adresy vydává mikroprocesor (přijímají se paměti nebo periferními zařízeními).

Další signálovou cestou jsou sběrnice dat, které u systému s délkou slova 8 bitů obsahují 8 vodičů. Přes sběrnice dat se převádějí data oběma směry mezi všemi částmi systému.

Důležitou částí systému je generátor hodinových impulsů, který generuje spojitý sled jednofázových až čtyřfázových impulsních průběhů, které slouží k synchronnímu řízení všech přenosů signálů v systému. U typického mikroprocesorového systému se mění informace na sběrnici adres během jedné poloviny hodinového cyklu a data se přenášejí během druhé poloviny. Pro přenos informací přes sběrnice musí mikroprocesor (přip. i některé další obvody) sledovat systémové hodinové impulsy, aby rozeznal, kdy se jaké informace musí přenášet, kdy vydávat nebo generovat data z periferních zařízení nebo z centrální procesní jednotky.

Další částí systému je paměť programu, která obsahuje soubor instrukcí, nazývaný program. Podle použité paměti se na sběrnici dat objeví určité uspořádání úrovní log. 0 a log. 1. Na každé adrese se vybírá 8 bitů, které se objeví na sběrnici dat. V paměti ROM programu jsou instrukce ve formě dat uloženy v jednotlivých paměťových buňkách a to tak, že ke ztrátě dat nedojde ani při vypnutí napájecího napětí. Do paměti ROM jsou data zapsána již při výrobě volbou masky pro síť spojů. Tím se jednotlivé paměťové buňky nastaví podle požadovaného programu do stavů, odpovídajících úrovním log. 0 a log. 1.

Pro přechodné uchování vstupních dat, výsledků aritmetických nebo binárních operací apod. je v mikroprocesorových systémech používána paměť RAM. Data se většinou čtou a zapisují prostřednictvím mikroprocesoru. Tzn. že při zápisu do paměti RAM jdou po sběrnici dat z mikroprocesoru nejen data vypočtená mikroprocesorem, ale i data

ze vstupů systému. Obdobně platí uvedené i pro data, která potřebuje mikroprocesor pro své operace, nebo pro data, která se vysílají na výstupy systému a čtou z paměti do mikroprocesoru. Pouze ve zvláštních případech, kdy se pracuje s rychlými perifériemi a kdy jsou větší nároky na operační rychlost systému, se používají speciální způsoby adresování paměti (DMA, který dovoluje přímý přenos dat mezi pamětí RAM a perifériemi). K rozlišení, zda má paměť RAM číst data ze sběrnice dat, nebo je má na sběrnici dat vydat, se používá signál číst/psát (R/W) nebo psát/výběr (write/select). Podle toho, zda jde o úroveň log. 1 nebo log. 0, se paměť současně s adresováním nastavuje do režimu pro čtení na sběrnici nebo pro zápis ze sběrnice do paměti.

Pro styk s perifériemi obsahuje mikroprocesorový systém obvody vstup/výstup. Tyto obvody umožňují mikroprocesoru číst data např. z tlačítkové soupravy, testovat stav čidel a spínačů, zobrazovat pomocí tiskárny nebo na displeji výsledky operací mikroprocesorového systému atd. Přenos dat z mikroprocesoru do výstupních zařízení je obvykle vyvoláván signálem *psát* na spoji R/W, podobně jako při zápisu do paměti RAM. Každá soustava 8 vstupních nebo 8 výstupních spojů (nazývaná PORT) je určena adresou a mikroprocesor zapisuje data na tuto adresu. Přestože je koncepce řízení periférií jednoduchá, skutečný způsob řešení interface s perifériemi bývá poměrně složitý.

Hlavní částí mikroprocesorového systému je mikroprocesor, který realizuje podle instrukcí z paměti ROM nejen různé výpočtové operace, ale i všechny manipulace s daty uvnitř centrální procesní jednotky i mezi různými částmi mikroprocesorového systému. Různé druhy mikroprocesorů mohou mít velmi rozdílnou architekturu vnitřního uspořádání obvodů. U většiny mikroprocesorů se však využívá podobných částí, které mají určitou ustálenou funkci.

Pro logické a aritmetické operace slouží aritmeticko-logická jednotka, označovaná ALU. Jednotka zvládne operace např. se dvěma osmibitovými čísly. Výsledek těchto operací se ukládá do střadače, který je vytvořen jako osmibitový registr. Do střadače nebo střadačů se též ukládají data, připravená pro zpracování aritmeticko-logickou jednotkou. Instrukce ve tvaru binárního slova se z paměti ROM přivádějí přes sběrnice dat do části mikroprocesoru, která se nazývá registr instrukcí, v níž se uchovávají po přechodnou dobu. Ve vhodný okamžik se odtud přivádějí do dekodéru instrukcí. Dekodér instrukcí obsahuje složité logické obvody, které dekodují instrukce a řídí přenosy a nastavení funkcí různých částí mikroprocesoru. K připojení na sběrnice dat je mikroprocesor vybaven obvody vstup/výstup pro obousměrný přenos dat (z i do mikroprocesoru). Na sběrnice adres se mikroprocesor připojuje pouze svými výstupy, takže pak stačí pouze jednosměrné vstupní zesilovače.

Pro uchování adres podprogramů je v mikroprocesoru řada registrů, které se nazývají skřípky.

Další důležitou částí je řadič programu, který poskytuje adresy paměti ROM, z nichž se při krokování mikroprocesoru čte sled instrukcí neboli program. Řadič se často skládá ze dvou částí, tzv. část PCL obsahuje 8 dolních řádů adresy a PCH část osm horních částí adresy. Řadič je v zásadě čítač, který zvětšuje (inkrementuje) svůj obsah po každé, když se instrukce připravuje z paměti programu.

Důležitou částí skřípkové paměti jsou ukazatel stavu skřípky a index-registry, které se obvykle vytvářejí z osmi vzorkovacích klopných obvodů typu D (LATCH). Tyto registry skládají data, která se používají k určení adresy v paměti dat.

V mikroprocesoru bývají ještě klopné obvody příznaku, do nichž se ukládají některé vybrané informace o výsledku operací v ALU. Např. informace o tom, že výsledkem operace je nula, záporné číslo atd.

Přenos informací uvnitř mikroprocesoru probíhá po soustavě vnitřních sběrnic a spojů. Podrobný rozbor je velmi náročný na místo a přesahuje možnosti AR-B.

Prvním výrobcem, který zahájil výrobu mikroprocesorů, byla v roce 1971 firma INTEL. Prvním mikroprocesorem byl čtyřbitový typ I4004. Kromě amerických firem vyrábí mikroprocesory zatím jen jedna jediná evropská firma (vlastní konstrukce, jde o firmu SGS-ATES) a asi dvě japonské firmy. Celkem je na světovém trhu k dispozici asi 80 různých mikroprocesorů.

V USA se vyrábějí mikroprocesory všemi dostupnými polovodičovými technologiemi. Nejvíce se uplatňuje technologie N-MOS s oběma mody kanálu. V posledních letech se však rychle rozvíjí vývoj a výroba mikroprocesorů se Schottkyho strukturami TTL nebo s vazbou ECL, případně s injektorem integrovanou logikou (IIL), vyráběných bipolárními technologiemi. Značná pozornost se též věnuje rozvoji mikroprocesorů CMOS.

Současný vývoj mikroprocesorů probíhá dvěma hlavními směry. Nejvíce jsou rozšiřeny mikroprocesory, které pracují s pevným souborem instrukcí. U těchto mikroprocesorů je vždy využito určité specifické konstrukce dekodéru instrukcí, který je schopen zpracovat pouze určitý soubor instrukcí. Šířka tohoto souboru se podle druhu mikroprocesoru pohybuje od asi 40 do 150 instrukcí. Pod pojmem instrukce se zde rozumějí určité povely ve formě binárního slova, jimiž se řídí funkce mikroprocesoru. Jsou to např. instrukce pro zápis dat do paměti, pro přenos dat z jednoho vnitřního registru do druhého, přičtení obsahu střadače k obsahu ALU apod. Většinou mají tyto instrukce za výsledek, že současně nebo po sobě dojde v mikroprocesoru k realizaci několika jednoduchých úkonů. Tento druh mikroprocesorů je převážně řešen technologiemi MOS a pracuje s dobou (na provedení jedné instrukce) řádu několika mikrosekund.

Mnohem větší skupinu tvoří mikroprogramovatelné mikroprocesory. U těchto obvodů LSI si uživatel podle své potřeby vytváří vlastní instrukční soubor. Jsou mnohem náročnější na programování, avšak jsou nejméně o řád rychlejší, než mikroprocesory MOS.

O tom, jak náročná je technologie mikroprocesoru, si můžeme udělat představu ze strukturální složitosti. Např. mikroprocesor MC6800 fy Motorola (vyráběný již dva roky, technologie N-MOS) je složen asi ze 7000 tranzistorů, které jsou umístěny na destičce Si o ploše 25 mm<sup>2</sup>. Jiný, velmi populární mikroprocesor I8080 fy Intel obsahuje na jednom křemíkovém čipu asi 5500 tranzistorů MOS s kanálem typu n. Uvedené typy mikroprocesorů jsou však již v mnohém překonány vývojem novějších druhů a typů; do budoucna se předpokládá, že do roku 1978 budou k dispozici mikroprocesory, které budou mít na společném čipu kromě CPU i paměť ROM s kapacitou 32 kbitů, paměť RAM s kapacitou 32 kbitů a obvody interface pro vstup/výstup.

Podle zpráv, zpracované jednou z vedoucích výzkumných firem „Frost a Sullivan“, se odhaduje, že v roce 1984 bude instalováno asi 18 miliónů mikroprocesorových systémů a dva milióny minipočítačů s úplným vybavením perifériemi (v USA).

Je samozřejmé, že se mikroprocesory začínají uplatňovat i v amatérských konstrukcích a že se začínají objevovat různá zařízení

s mikroprocesory pro výuku ve školách nebo pro zájmovou činnost. K tomuto trendu přispívá nejen bohatý výběr typů, ale i velmi příznivé ceny. Např. typ 18080 stojí v USA asi 30 dolarů, o něco levnější je typ MC6800. Rovněž je k dispozici velmi široký sortiment paměťových i jiných obvodů. Konečně je možné objednat si různé stavebnice mikropočítačů, které jsou cenově velmi výhodné. Pro profesionály, ale i pro amatéry jsou k dispozici i různé jednoduché mikropočítače. Jsou to např. typ SBC80/10 fy Intel (cena asi 250 dolarů) a typ KIM 1 fy MOS Technology (cena asi 245 dolarů). Mikropočítač KIM 1 má na společné desce mikropočítač MCS6502, tlačítkovou soupravu, šestimístný sedmissegmentový displej LED, paměť ROM pro obsluhu tlačítkové soupravy a displeje, paměť RAM s kapacitou 1 kbyt a další pomocné obvody. Mikropočítač umožňuje (pomocí tlačítek) programování v hexadecimálním kódu a výsledky operací zobrazovat přímo na displeji.

Zajímavé možnosti poskytují mikroprocesory při řešení tzv. školních nebo domácích mikropočítačů. Blíže se zde zmíníme o programu FRED, který je rozvíjen firmou RCA. Tato firma vyrábí mikroprocesory COSMAC a další potřebné obvody technologií CMOS. Mikropočítač FRED může sloužit ve škole pro výuku a zkoušení studentů. Lze s ním také simulovat různé experimenty a demonstrační cvičení z fyziky, matematiky, výuky jazyků atd. Mikropočítač FRED je určen pro práci s programem, který si vybere uživatel. Programy jsou trvale uloženy na magnetofonových páscích v kazetách. Podle účelu si uživatel vybere vhodnou kazetu a přes kazetový magnetofon nahraje program do paměti počítače. Používají se běžné kazetové magnetofony a běžné kazety. Program se „nahraje“ do paměti počítače za méně než 30 sekund.

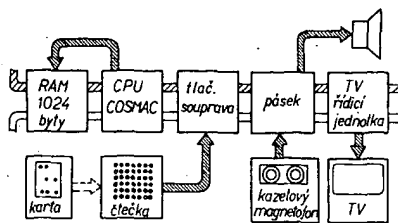
Mikropočítač FRED se obsluhuje pomocí 16místné tlačítkové soupravy. Podle potřeby lze používat různé maskovací šablony, které se pokládají na tlačítkovou soupravu a určují význam tlačítek pro různé programy.

Výstup mikropočítače se připojuje do anténních svorek televizního přijímače, který pracuje jako nenákladný dynamický výstupní displej. Na obrazovce lze pak zobrazovat čísla, slova, symboly nebo jednoduché obrázky.

Do systému FRED patří mikroprocesor COSMAC (RCA), tlačítková souprava, kazetový přehrávač a běžný televizní přijímač. Výrobce připravil i rozsáhlou knihovnu programů, tj. soubor kazet pro různé programy. Tato knihovna se průběžně doplňuje o další nové programy. K soupravě lze přikoupit i čtečku děrovaných karet a manuální děrovačku karet a sestavovat si rychle a levně vlastní programy. Postupně se rovněž rozšiřuje i hardware – lze přikupovat další paměťové moduly RAM, programy v pamětech ROM a výstupní členy pro další využití systému FRED, např. pro automatizaci domácích prací.

Mikroprocesor COSMAC může navíc v tzv. minimálním systémovém uspořádání pracovat bez přidavných pamětí. Vystačí se s jedním napájecím napětím. Pro přímý přístup k paměti DMA je použit jeden kanál, což zjednodušuje uložení programu z kazety i zobrazení výsledku na televizním displeji. Systém pak pracuje jako jednofázový s velkou zatížitelností výstupů.

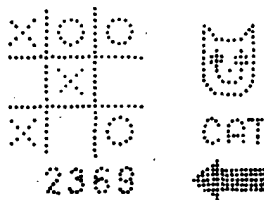
Základní architektura systému vyplývá z obr. 2. Do paměti RAM se ukládá jak program, tak i data. V minimálním uspořádání má RAM kapacitu 1024 bytů. Paměť lze však rozšířit až na 4 kbyty. Vzhledem k ceno-



Obr. 2. Základní architektura systému FRED

vým relacím paměti (cena „za jeden bit“ je u statických pamětí asi 7 centů, u dynamické paměti asi 2 až 3 centy) bude se dodávat standardní paměť 2 kbyty. Pro přepsání pásky za 30 sekund je zapotřebí sériový přenos s rychlostí 300 bitů/sekundu. K zápisu do paměti 4 kbyty za stejnou dobu je třeba rychlosti 1200 bitů/sekundu.

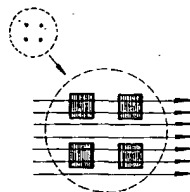
Využití televizního přijímače jako výstupního displeje je velmi výhodné, neboť televizor je k dispozici v každé domácnosti. K zobrazení se používají bílé body na černém pozadí, neboť se pak neuplatní šum obrazu. Pracuje se s uspořádáním v matici  $32 \times 32$ ,  $16 \times 64$  a  $32 \times 64$  body. Na obr. 3 je několik



Obr. 3. Příklady obrazců sestavených z bodů

obrazců s námětem hry, jednoduchého obrázku, slova, čísla nebo symbolu. Každý bod představuje stav určitého bitu v paměti. Je-li bit na úrovni log. 1, je bod rozsvícen (bílý) a naopak.

Změnou obsahu paměti se současně mění i obraz na televizní obrazovce. Pro uspořádání  $32 \times 32$  a  $16 \times 64$  bodů se vystačí pouze s pamětí 1024 bytů, což představuje 12,5 % z minimálního uspořádání 1024 bytů. Uspořádání  $32 \times 64$  spotřebuje 25 % paměti RAM. Zbývající část paměti se využije k uložení programu, dat a mezivýsledků. Televizní řídicí jednotka obsahuje obvody ke generování TV synchronizačních impulsů a k volbě paměti přes DMA. Jednotlivé byty z každého bytu jsou použity pro generování obrazového signálu. Směs signálu (synchronizačního a obrazového) moduluje výstup jednoduchého v. oscilátoru. Výstupní signál se pak přivádí na anténní svorky televizoru.



Obr. 4. Uspořádání bodů na obrazovce

Uspořádání bodů na obrazovce je na obr. 4. (Jsou ukázány čtyři body). Každý bod má výšku dvou horizontálních řádků, stejně jako mezera. Osmibytový řádkový buffer je součástí TV řídicí jednotky. Přechod pro řádku

trvá 65 ms. Během trvání dvou zatemněných řádků je možno přivést z hlavní paměti a skladovat v bufferu (pomocné paměti) 64 bitů. Během dalších dvou přechů bitů z bufferu modulují elektronový svazek obrazovky a vytvoří odpovídající obraz.

TV řídicí jednotka generuje i programové přerušování (60× za sekundu), během něhož lze provádět různé časování pro množství aplikací.

Ke skladování programu se používají kazety, které lze přehrávat na běžných kazetových přehrávačích (pořizovací cena asi 40 dolarů). K uložení sériových číselových dat na pásek se používá pulsně-čítací technika, která může pracovat s rychlostí přenosu až 50 bytů za sekundu. Tato technika toleruje omyly nebo impulsy navíc a připouští kolísání rychlosti pásky až o 30 %. Vzhledem k možnosti výskytu chyb se přidává ke každému bytu na pásku jeden paritní bit. Pracuje se s jednostopým záznamem. Číselkové nebo nf informační bloky jsou vždy ohraničeny „stop“ tónem 4 kHz. Obvod k indikaci tohoto tónu reaguje pouze na dlouhý (0,5 s) spojitý tón.

Jako vstupní zařízení se používá tlačítková souprava v ceně asi 5 až 10 dolarů s různými šablonami, které vymezují určitou funkci určitému tlačítku.

Hlavní předností systému FRED je, že jeho aplikovatelnost není omezena pevným zapojením; podle fantazie a zkušenosti vlastníka lze rozvíjet možnosti aplikačního využití systému. Výrobce sám dosud vyvinul přes 80 aplikací pro školní praxi a domácí zájemce.

Mikroprocesorové systémy mají čtyři hlavní oblasti využití. Jako první je to oblast obecného využití. Uvedme si některé příklady programů: čtyřfunkční dekadický kalkulator, hexabinární kalkulator, generátor náhodného šumu, audiovizuální demonstrátor, programovatelný časovač-kontrolér, jednoduché elektronické varhany, metronom, převodník mezi různými číselnicovými soustavami, převodník vah a měr do metrické soustavy, elektronická kostka, reklamní displej apod. Zvětšením paměti na 2048 bytů lze vytvořit programovatelný kalkulator. Doplněním o ROM s příslušnými funkcemi lze využít kalkulatoru pro tzv. vědecké účely. Lze rovněž vytvořit specializované kalkulatory. Možnost synchronizovat nf bloky s číselnicovým programem vede k vytvoření audiovizu.

Druhou oblastí aplikací je oblast výuky a zkoušení. Lze naprogramovat lekce aritmetiky, lekce pravopisu, různé skupinové hry, lekce morseovky, zkoušení reflexu, trénink paměti, lekce pro rozpoznání významu slov, testy ke zkoušení logické dedukce atd.

Další oblastí aplikací jsou hry. Lze uvést větší počet příkladů: stolní tenis, fotbal, hra dvacet jedna, hra o život, přistání na měsíci, bludiště, střelba na cíl, NIM apod. Podle firmy RCA je známo nejméně 500 her, které lze hrát s použitím mikropočítače.

Čtvrtou oblastí aplikací je oblast experimentování a programování. Je možno využít počítače k simulování různých obrazců, k syntéze prvků, pro strojně kódové programování, jako simulátoru chování jednodušších systémů, jako logického simulátoru, jako počítače pro „Monte Carlo“ apod.

Uplatnění mikroprocesorů pro konstrukci mikropočítače pro školy a domácnosti je teprve v počátcích. Je zřejmé, že pro tyto aplikace jsou již dnes velmi výhodné technické možnosti a je jen otázkou času, kdy budou rozvinuty v širším měřítku.

# Devátý ročník konkursu AR a Obchodního podniku TESLA na nejlepší amatérské konstrukce

Podmínky letošního (devátého) konkursu AR-TESLA zůstávají v podstatě stejné jako v minulých letech. Konstrukteři upozorňujeme na nové tematické úkoly, vyhlášené OP TESLA.

Zveme vás k hojně účasti a přejeme vám dobré umístění v soutěži.

## Podmínky konkursu

- Účast v konkursu je zásadně neanonymní. Může se ho zúčastnit každý občan ČSSR. Konstrukteři, kteří se do konkursu přihlásí, označí žádanou dokumentaci svým jménem, a plnou adresou, příp. i dalšími údaji, jak je možno vejít s ním v co nejkratším čase do styku, např. telefonním číslem do bytu, do zaměstnání, adresou přechodného bydliště atd.
- Konkurs je rozdělen na tři kategorie. V kategorii I a II musí být v konstrukci použity jen součástky, dostupné v běžné prodejní síti, v kategorii III součástky čs. výroby (tedy i součástky, které je možno získat přímým jednáním s výrobním podnikem).
- K přihlášce, zaslané do 15. září 1977 na adresu redakce s výrazným označením KONKURS, musí být připojena tato dokumentace: podrobné schéma, naměřené vlastnosti, mechanické výkresy, kresby použitých desek s plošnými spoji, reprodukce schopné fotografie vnějšího i vnitřního provedení (9 x 12 cm), podrobný popis činnosti a návod k praktickému použití přístroje; vše zpracované ve formě článku. Nebude-li dokumentace kompletní, nebude konstrukce hodnocena.
- Každý účastník konkursu je povinen dodat na požádání na vlastní náklady do redakce přihlášenou konstrukci a dát ji k dispozici k potřebným zkouškám a měřením.
- Do konkursu mohou být přihlášeny pouze konstrukce, které nebyly dosud na území ČSSR publikovány. Redakce si přitom vyhrazuje právo na jejich zveřejnění.
- Přihlášené konstrukce bude hodnotit komise, ustavená po dohodě pořadatelů. Její složení bude oznámeno dodatečně. Komise si může vyžádat i spolupráci specializovaných odborníků a laboratorů n. p. TESLA. Členové komise se nesmějí konkursu zúčastnit. Návrhy komise schvaluje s konečnou platností redakční rada AR v dohodě s Obchodním podnikem TESLA.
- Při hodnocení konstrukcí se bude kromě jejich vlastností a technického a mechanického provedení zvláště přihlížet k jejich reprodukovatelnosti, k uplatnění nových součástek a k původnosti zapojení a konstrukce, pokud by konstrukce byly jinak rovnocenné. Přednost v hodnocení budou mít ty konstrukce, které mají širší využití, např. vzhledem k rýze průmyslovým aplikacím.
- Bude-li kterákoliv kategorie obslána mimořádným počtem konstrukcí, odpovídající úrovně, budou druhá a třetí cena v příslušné kategorii zdvojeny, tj. budou vyhlášeny dvě druhé a třetí ceny v původně stanovené výši. Naopak si pořada-

telé vyhrazují právo neudělit kteroukoli z cen a odpovídající částku převést na další ceny do těch kategorií, které budou nejlépe obslány, popř. udělit čestné odměny ve formě poukázek na zboží.

- Všechny konstrukce přihlášené do konkursu, které budou uveřejněny v AR, budou běžně honorovány, a to bez ohledu na to, zda získaly nebo nezískaly některou z cen.
- Veškerá dokumentace konstrukcí, které nebudou ani odměněny, ani uveřejněny, bude autorům na vyžádání vrácena.
- Výsledek konkursu bude všem odměněným sdělen do 15. 12. 1977 a otištěn v AR 1/1978.

## Kategorie konkursu

Kategorie byly podle vyspělosti a zájmu účastníků zvoleny takto:

### I. kategorie

– jednoduché přístroje pro začátečníky a mírně pokročilé radioamatéry (především pro mládež od 14 do 18 let). Jde o jednoduchá zařízení, např. rozhlasové přijímače, bzučáky, domácí telefony, zesilovače a různá jiná užitková zařízení, která by (kat. Ia) mohla obchodní organizace TESLA prodávat jako soubor součástek ve formě stavebnice pro mládež a začínající amatéry. Pokud půjde o konstrukce na plošných spojích, bude je prodávat prodejna Svazarmu, Praha 2-Vinohrady, Budečská 7 (tel. 25 07 33). Tato kategorie je rozdělena do dvou větví a dotována cenami takto:

#### a) stavebnice pro začátečníky a mírně pokročilé:

- cena: 1500 Kčs v hotovosti a poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 1000 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 500 Kčs.

#### b) všechny ostatní jednoduché konstrukce pro začátečníky a mírně pokročilé z elektroniky a elektrotechniky:

- cena: 1500 Kčs v hotovosti a poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 1000 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 500 Kčs.

### II. kategorie

– libovolné konstrukce z nejrůznějších oborů elektroniky a radiotechniky (přijímací a vysílací, televizní a měřicí technika, nízkofrekvenční a stereofonní technika, aplikovaná elektronika, automatizace a technika pro průmyslové využití atd.). Jediným omezením v této kategorii je použití maximálně šesti aktivních prvků, přičemž aktivním prvkem se rozumí elektronka, tranzistor, popřípadě integrovaný obvod.

Kategorie je dotována takto:

- cena: 2000 Kčs v hotovosti;
- cena: poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 1500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 1000 Kčs.

### III. kategorie

– libovolné konstrukce z nejrůznějších oborů elektroniky a radiotechniky s více než šesti aktivními prvky.

Kategorie má tyto ceny:

- cena: 3000 Kčs v hotovosti;
- cena: poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 2500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 2000 Kčs.

## Tematické prémie

Stejně jako v loňském roce, vypisuje i v letošním ročníku Obchodní podnik TESLA zvláštní prémii za nejúspěšnější konstrukci na daný námět. Tematické prémie budou vyplaceny, i když konstrukce získá první až třetí cenu v některé ze tří kategorií.

## Tematické úkoly vyhlášené Obchodním podnikem TESLA

Ze sortimentu jedno i víceúčelových součástek, které jsou uvedeny na seznamu výrobků TESLA OP, zhotovte různá účelová zařízení, která jsou zajímavá z hlediska výchovy nového slaboproudého dorostu, zařízení pro zábavnou elektroniku, pomůcky pro práci ve slaboproudém oboru, jednoduchá i složitější měřicí a kontrolní zařízení, přístroje pro diagnostiku v servisní činnosti, zařízení pro vybavení pracoviště radioamatéra, zařízení pro zlepšení životního prostředí a další výrobky podle vlastního uvážení.

### Podklady pro soutěž

Pro tuto soutěž je vypracován seznam součástek (výrobků), doporučených pro stavbu těchto zařízení (pomůcek). Seznamy součástek jsou k dispozici ve všech prodejnách Obchodního podniku TESLA. V těchto seznamech jsou uvedeny jak polovodičové součástky, tak elektronky a další jednocelové i víceúčelové díly. Jedním z kritérií při posuzování úspěšného zvládnutí soutěžního úkolu bude počet doporučených součástek, použitých v soutěžní práci. Cílem soutěže je mj. upozornit na široké aplikační možnosti vybraného sortimentu součástek, jež nakoupíte v prodejnách OP TESLA nebo prostřednictvím zásilkové služby TESLA OP, Uherský Brod, Moravská 92, tel. 2881.

Soutěžní práci je nutno předložit v rozsahu uvedeném v odstavci „Podmínky konkursu“, u bodu 2 je nutno splnit požadavky stanovené pro kategorii I a II.

# postavte si sami v akci HIFI - JUNIOR

Maximální hudební příkon  
Char. citlivost pro 1 VA/1 m  
Max. akustický tlak v ose pro  $P = 80$  W  
Kmitočtový rozsah v ose v pásmu  $\pm 4$  dB  
Činitel harm. zkreslení při  $P = 40$  W  
Rozměry  
Osazení

80 VA  
102 dB  
120 dB  
85 až 16 000 Hz  
<3 %  
1620 x 320 x 220 mm  
8 x ARE689, 4 x ARV265

## NOVINKA! RS238A Junior

Stavebnice třípásmové Hi-Fi reproduktorové soustavy s vysokou zatížitelností, určené pro náročné posluchače, pro stereofonní nebo kvadrofonní reprodukci. Dřevěná skříň je vhodná pro individuální výrobu. Soustava se hodí zejména pro Hi-Fi zesilovače většího výkonu, např. TW120.

Stavební návod č. 8, elektrická výhybka a všechny reproduktorové systémy jsou už v prodeji.

Jmenovitá impedance	8 $\Omega$
Maximální standardní příkon	20 VA
Maximální hudební příkon	40 VA
Char. citlivost pro 1 VA/1 m	83 dB
Kmitočtový rozsah v pásmu $\pm 5$ dB	40 až 20 000 Hz
Činitel harm. zkreslení při $P = 20$ W	<2,5 %
Vnitřní objem	20 l
Rozměry	480 x 320 x 220 mm
Osazení	ARN668 nebo ARZ668, ARE689, ARV168

## POZOR - AKTUALITY - NEPŘEHLÉDNĚTE!

Z nedostatkového materiálu opět v prodeji:

- síťové transformátory a další díly k zesilovači TW40 Junior
  - sady dílů pro stavbu gramofonu SG60 Junior
  - sady dílů pro stavbu koncového zesilovače TW120 Junior
  - konektory všech druhů pro přístroje řady Hi-Fi Junior
  - nízkorezonanční vysokotónové a jiné speciální reproduktory především pro soustavy RS20, 22, 21, 238 a 828 Junior
  - různý materiál podle aktuální nabídky pro přístroje řady Hi-Fi Junior.
- Veškeré zboží je pouze v omezeném množství. Upozorňujeme, že můžeme dodávat výhradně součásti přístrojů podle stavebních návodů Hi-Fi Junior, popř. podle zvláštní nabídky v podnikové inzerci. Informace o současně nabídké přímo v prodejně.

## NOVINKA! RS828 Junior

Stavebnice dvoupásmového ozvučovacího reproduktorového sloupu s vysokou účinností a zatížitelností, pro diskotéky, hudební soubory a divadla. Určeno pro zesilovače většího výkonu, např. TW120 nebo MONO 130. Dřevěná skříň je vhodná pro individuální výrobu.

Stavební návod č. 9 a všechny reproduktorové systémy jsou už v prodeji. Jmenovitá impedance 8  $\Omega$   
Maximální standardní příkon 40 VA



**ELEKTRONIKA**  
podnik ÚV Svazarmu

Ve Smečkách 22, 110 00 Praha 1, ČSSR  
telefon: 24 83 00

# Tyristory

jsou polovodičové prvky, které poskytují amatérům i profesionálům aplikační možnosti při konstruování různých elektronických zařízení, např. stmívačů světel, regulátorů elektrospotřebičů, regulátorů výkonu (rychlosti otáčení) univerzálních motorů na střídavý proud, časových spínačů, kondenzátorového zapalování do automobilů atd. Tyto spínací prvky pro regulaci malého výkonu vám nabízíme v následujícím výběru

## TYRISTORY p-n-p-n do 15 A

KT501, KT503, KT504, KT505, KT506, KT508/50, KT508/100, KT508/200, KT508/300, KT508/400, KT710, KT711, KT712, KT713, KT714, KT701, KT702, KT704, KT705, KT706, KT707, KT708.

## Tyristory v pouzdrů z plastické hmoty

KT401/100, KT401/200, KT401/300, KT401/400.

## RYCHLÉ TYRISTORY

KT119, KT120.

## TRIACKY do 15 A

KT205/400, KT205/600, KT730/800, KT207/300, KT207/400, KT207/600, KT773, KT774, KT772, KT782, KT783, KT784.

## DIACKY

KR205, KR206, KR207.

Soukromí zájemci i socialistické organizace mohou uvedené typy tyristorů i ostatních prvků požadovat ve většině značkových prodejen TESLA. Budou-li pro velký zájem v některé z prodejen tyristory vyprodány, obratem tyto prodejny dozásobíme a prodejna, která vás vzala do záznamu, vás ihned uvědomí.

Bližší obchodní informace nebo zprostředkování většího nákupu tyristorů můžete žádat na adrese: TESLA - OP, odbor nákupu součástek, Praha 1, PSC 113 40, p. s. 764, Dlouhá třída 35, při osobním styku Praha 8-Karlín, Sokolovská 95, I. patro, telefony 275 156 až 8, 638 05 až 6, 614 32.

# PRODEJNY TESLA